



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO METALÚRGICO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS EN LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Dany Gerson Ñontol Cachi

Bach. Kevin Will Chávez Palma

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Alvarez León

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso, por fortalecer mi corazón e iluminarme y por haber puesto en camino todas las personas y las oportunidades durante el periodo de estudios.

A mis padres

Por haberme dado la vida, apoyado en todo momento, por su motivación, por su confianza que me ha permitido ser una persona de bien y por guiarme por el camino correcto.

Dany

Quiero agradecer a mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo, estando a mi lado en los momentos más difíciles.

A mi novia Leidy quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Kevin

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por haberme bendecido con tantos logros y éxitos, a mi familia por haberme inculcado el deseo de superación y quienes me han acompañado en todo momento, a la Escuela de Minas de la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca, pues en sus aulas me formé no sólo en lo académico, sino también en lo personal. Asimismo, quiero agradecer al Ing. Víctor Eduardo Alvarez León, Docente de mi Escuela, quien desde mi etapa de estudiante supo guiarme para ser capaz de desenvolverme adecuadamente en el trabajo y quien asesoró académicamente el desarrollo del presente trabajo.

Quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros, quienes de manera directa o indirecta me ayudaron en la realización de esta tesis.

Dany

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Mi reconocimiento y gratitud a mi asesor Víctor Eduardo Alvarez León por su compromiso y guía para el desarrollo de este proyecto.

Kevin

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos	19
1.4. Hipótesis.....	19
1.4.1. Hipótesis general.....	19
1.4.2. Hipótesis específicas	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	21
2.1. Tipo de investigación	21
2.2. Población y muestra	22
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	24
2.4. Procedimiento.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	33
3.1. Resultados de las encuestas tomadas para medir la perspectiva de los estudiantes y docentes en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico	33

3.1.1.	Resultados de la encuesta tomada a los estudiantes de Pre grado y Working.	35
3.1.2.	Resultados de la encuesta tomada a los docentes de la carrera de Ingeniería de Minas.	45
3.2.	Servicios prestados y mapeo de procesos del laboratorio metalúrgico	50
3.3.	Requerimiento de equipos, reactivos químicos, mobiliario y elementos de infraestructura del laboratorio metalúrgico	54
3.4.	Distribución de los equipos en el laboratorio y análisis de los costos de inversión del proyecto.	62
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		66
REFERENCIAS		71
ANEXOS		74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tamaño de muestra	24
Tabla 2: Importancia del uso de laboratorio metalúrgico/Pre grado	35
Tabla 3: Importancia del uso de laboratorio metalúrgico/Working	36
Tabla 4: Importancia de las pruebas metalúrgicas/Pre grado	37
Tabla 5: Importancia de las pruebas metalúrgicas/Working	38
Tabla 6: Prácticas de Concentración de materiales/Pre grado.....	39
Tabla 7: Prácticas de Concentración de materiales/Working.....	40
Tabla 8: Implementación del laboratorio/mejoramiento en el rendimiento académico de los estudiantes/Pre grado.....	41
Tabla 9: Implementación del laboratorio/mejoramiento en el rendimiento académico de los estudiantes/Working	42
Tabla 10: Prácticas de procesos metalúrgicos/Pre grado.....	43
Tabla 11: Prácticas de procesos metalúrgicos/Working.....	44
Tabla 12: Implementación de horas de práctica en laboratorio.....	45
Tabla 13: Mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes.....	46
Tabla 14: Utilización de los laboratorios de Ingeniería de Minas.....	47
Tabla 15: Incremento en el interés de aprendizaje por parte de los alumnos.....	48
Tabla 16: Eliminación de limitaciones económicas	49
Tabla 17: Servicios del Laboratorio Metalúrgico.....	50
Tabla 18: Requerimiento de equipos del Laboratorio Metalúrgico.....	54
Tabla 19: Requerimiento de reactivos químicos del Laboratorio Metalúrgico	59
Tabla 20: Requerimiento de mobiliario del Laboratorio Metalúrgico	60
Tabla 21: Requerimiento de elementos de infraestructura del Laboratorio Metalúrgico....	61
Tabla 22: Resumen de la inversión del proyecto.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Encuesta a estudiantes de Ingeniería de Minas.....	26
Figura 2: Encuesta a docentes de Ingeniería de Minas.....	27
Figura 3: Encuesta a empresarios mineros de Cajamarca.	28
Figura 4: Encuesta de estudiantes-Ingeniería de Minas.	30
Figura 5: 2ºDía/ Encuesta a estudiantes-Ingeniería de Minas.....	30
Figura 6: Encuesta a docentes-Ingeniería de Minas.	31
Figura 7: Toma de medidas del área en campo.	31
Figura 8: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°01/PG.....	36
Figura 9: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°01/W.	36
Figura 10: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°02/PG.....	37
Figura 11: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°02/W.	38
Figura 12: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°03/PG.....	39
Figura 13: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°03/W.	40
Figura 14: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°04/PG.....	41
Figura 15: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°04/W.	42
Figura 16: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°05/PG.....	43
Figura 17: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°05/W.	44
Figura 18: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°01/Docentes.	45
Figura 19: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°02/Docentes.	46
Figura 20: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°03/Docentes.	47
Figura 21: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°04/Docentes.	48
Figura 22: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°05/Docentes.	49
Figura 23: Mapeo de procesos de los Servicios del Laboratorio Metalúrgico.....	52
Figura 24: Levantamiento topográfico del área designada para el Laboratorio Metalúrgico	62
Figura 25: Distribución de los equipos en laboratorio.	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula de muestra aleatoria simple.....	23
--	----

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal desarrollar una propuesta que permita la implementación de un laboratorio metalúrgico, para el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas, con la finalidad de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y brindar la facilidad de realizar trabajos de investigación que requieran la realización de pruebas en laboratorio. La investigación fue de tipo Aplicada, No experimental con diseño descriptivo, longitudinal. El tamaño de la muestra, se determinó con la fórmula correspondiente al muestreo aleatorio simple, referida a proporciones y para la recolección de datos se consideró a 96 estudiantes de Pre Grado Regular y a 24 estudiantes de WA. Para la realización de la prueba de hipótesis para proporciones se utilizó el Software Estadístico Minitab. Se concluye que la propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico, beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, porque de acuerdo a su prueba de hipótesis realizada su “p” experimental es menor que el “p” estadístico (cuando $\alpha \leq 0.05$). Se evaluó la perspectiva de los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería y Minas, mediante la aplicación de encuestas, de las cuales se identificó que un porcentaje mayor al 90% de estudiantes y el 100% de los docentes apoya la idea de la implementación con un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de minas, ya que contribuirá a mejorar el rendimiento académico. Se determinó el requerimiento de equipos sumando un total de 25 que abarcan una inversión de US\$ 84,887.19, todos los montos calculados sin tomar en cuenta el IGV.

Palabras clave: Laboratorio metalúrgico, equipos, pruebas metalúrgicas, prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La problemática de la investigación se refiere a que los estudiantes de Ingeniería de Minas, al cursar el sexto ciclo llevan cursos relacionados a la metalurgia y no disponen de equipos e instrumentos necesarios para realizar sus prácticas de concentración de minerales, lixiviación y flotación. De la misma manera al terminar la carrera necesitan realizar investigaciones para su tesis, relacionadas con análisis de muestras y pruebas metalúrgicas, en la cual tienen la limitación de no contar con ambientes ni equipos aptos para realizar sus trabajos de investigación, por lo que tienen que ejecutar éstos en laboratorios particulares (Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo y otros laboratorios particulares en Trujillo y Lima), que demandan un costo elevado por el servicio del laboratorio y hospedaje en la costa (ver ANEXO n°4) . Con la propuesta de implementación del laboratorio metalúrgico, considerando que en la actualidad carecemos de un laboratorio adecuado en cuanto a diseño e implementación de equipos adecuados a las necesidades académicas que se requieren y de lograr el objetivo, permita realizar diversas pruebas metalúrgicas con el objeto de mejorar el perfil profesional de los estudiantes en el campo de la minería, desde el inicio efectuando análisis de minerales y que los resultados tengan la confiabilidad adecuada y de ser posible prestar servicios a la pequeña minería que requiere de estos servicios.

Los estudiantes que admite la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, en la carrera de Ingeniería de Minas, necesitan una formación profesional a nivel teórico y práctico de manera que los ayude a resolver de forma rápida problemas que afrontarán en el desarrollo de su vida laboral. A través de esta tesis se pretende elevar la calidad

de la formación académica de los estudiantes; dotándoles de las condiciones adecuadas para este fin. La calidad académica se ve reflejada en los profesionales de Ingeniería de Minas con capacidad de insertarse competitivamente en el mercado laboral, con una sólida preparación, brindándoles así una ayuda complementaria con relación al tema metalúrgico, ya que para un ingeniero de minas es importante conocer los procesos metalúrgicos con objeto de conseguir una extracción de recursos minerales demandados por la población, permitiéndoles ser capaces de coadyuvar al desarrollo científico y tecnológico de la región y del país.

También se tendría la base para la creación de la carrera de Ingeniería Metalúrgica en la sede de Cajamarca, debido a la alta demanda de profesionales de esta rama donde ofrecen puestos de trabajo en esta especialidad, las empresas mineras de la Región Cajamarca, como Yanacocha, Gold Fields La Cima, La Zanja, Coimolache, Shahuindo.

En Minera Yanacocha los minerales auríferos se transportan a las pilas de lixiviación para la recuperación del oro empleando la lixiviación con cianuro (cianuración), luego la solución rica obtenida por percolación con contenidos de oro y plata se recuperan con el proceso Merrill Crowe y posteriormente el cemento de zinc va a la fundición, donde el producto final es un doré (oro y plata). El doré se envía fuera de las instalaciones para la refinación y se vende en los mercados de oro en todo el mundo. Yanacocha cuenta, adicionalmente, con una planta Gold Mill que consiste en un proceso de lixiviación en pulpa después de moler el mineral. El Gold Mill procesa

20,000 TMD y cuenta con el proceso SARC que precipita el cobre y la plata y recupera el cianuro (Buenaventura, 2020)

En Minera Gold Fields La Cima, el tajo de la unidad minera Cerro Corona presenta diversos tipos de mineral, que luego del proceso de minado se acopian en el stock de minerales (fingers) para luego ingresar a la planta de chancado, la cual tiene como objetivo reducir el tamaño del mineral y garantizar la alimentación de este para ser triturado y obtener un producto de menor tamaño (< 6 pulgadas). El material obtenido es transportado mediante fajas a la zona de molienda. El producto chancado se transporta al circuito de molienda de dos etapas para continuar su proceso de reducción de tamaño y lograr el apropiado para su envío en pulpa al proceso de flotación. El material ingresa al molino SAG para que disminuya su tamaño de 4 a 0.1 pulgadas. Luego la descarga del molino es bombeada a un sistema de clasificación de tamaños en hidrociclones, donde el material con un tamaño menor a 150 micrones es enviado al proceso de flotación, mientras que el mineral con mayor tamaño es enviado al molino de bolas para su molienda. El objetivo de esta etapa es lograr, en el mineral, una liberación y clasificación óptima, con características que garanticen un eficiente proceso de flotación. En esta etapa se realiza la separación de los elementos valiosos (cobre y oro) de los no valiosos (fierro, arcillas, gangas) mediante la adición de reactivos que permiten la flotación de los minerales valiosos (sulfuros de cobre y oro asociados a los mismos). Mediante la gravimetría se recupera el oro libre presente. El material que no flota es considerado relave. El objetivo general de esta etapa es recuperar el máximo contenido metálico y garantizar con ello la calidad comercializable del producto.

A partir de la etapa de flotación se obtienen dos productos: el concentrado del mineral y el relave. El relave es enviado al espesador, donde se separan los sólidos de los líquidos y se recupera el agua. El concentrado final es espesado y pasa a la etapa de filtrado antes de su almacenamiento, mientras que el relave es enviado a la presa de relaves. En esta etapa es importante maximizar el uso del agua mediante la eficiencia del espesamiento para, de esta manera, maximizar la disposición del concentrado y minimizar la contaminación (Gold Fields, 2017)

En Minera la Zanja, luego de las operaciones de perforación y voladura en los dos tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, el mineral con contenidos de oro y plata son depositados en Pads y los minerales valiosos recuperados mediante Cianuración, la solución rica es tratada mediante los procesos de Adsorción/Desorción/Regeneración (ADR) con carbón activado para la obtención de plata y oro doré mediante un proceso final de fundición.

La empresa minera Tahoe – Unidad Minera Shahuindo, que explota óxidos para la obtención de oro y plata. El método de explotación es a tajo abierto, y el concepto de recuperación de metales es la lixiviación de oro y plata utilizando una solución de cianuro, para luego ser recuperados con carbón activado en una serie de columnas de lecho fluidizado. El área de procesos contempla las siguientes áreas: Lixiviación, Adsorción, Desorción, Electrodeposición, Lavado Acido, Regeneración Térmica, Manejo de Carbón, Fundición y Manejo de Reactivos. El Laboratorio Metalúrgico proporciona los siguientes servicios: preparación mecánica, secado, análisis granulométrico valorado (cedazos de 10” hasta malla 200), pruebas de lixiviación en

columnas cortas y en botellas por agitación, filtrado, detoxificación de efluentes, prueba de capacidad de adsorción, prueba de desorción, electrodeposición a escala piloto y pruebas de precipitación (García, 2018).

En Tantahuatay, Unidad Minera de Cía. Minera Coimolache, el mineral ya fragmentado producto de la voladura, es cargado y transportado al Pad de lixiviación a un ritmo de producción de 45,000 t/día y a una altura de celda de 8 metros. A este mineral se le adiciona 1.2 kg/t de cal para el control del pH, posteriormente la superficie de la celda es descompactada con el uso de una excavadora, para luego ser regada por aspersión con una densidad de riego de 14 lt/hr-m², 100 ppm de cianuro de sodio y por un periodo de 60 días. La solución rica con contenidos de oro y plata provenientes del Pad de lixiviación es recolectada en las pozas de procesos para luego ser tratadas en las Planta Merrill Crowe y ADR. En la planta Merrill Crowe trata un flujo promedio de 1,400 m³/h de solución rica a un ley de 0.40 ppm de oro y 2.5 ppm de plata provenientes del Pad de lixiviación, estos valores metálicos de oro y plata se recuperan precipitándolos con la adición de polvo de zinc que posteriormente es filtrado en los filtros prensa y el precipitado filtrado es cosechado, secado en hornos retorta para extraer el mercurio y luego es fundido para obtención de barras bullón con una ley de oro de 20.88 % de Au, 77.43% de Ag y 1.69 % de impurezas. En la planta ADR procesa 800 m³/h de solución rica a una ley de 0.20 ppm de Au y 1.50 ppm de Ag, mediante un sistema de adsorción con columnas de carbón activado. El carbón rico es descargado para el proceso de desorción a presión donde se obtiene una solución ultra rica de oro y de plata, que es bombeada a la planta Merrill Crowe para su precipitación (Minería & Energía, 2018).

Las actividades a desarrollar en el laboratorio metalúrgico, contemplan la recepción y transporte de las muestras de mineral hasta las instalaciones del laboratorio, la preparación mecánica de las muestras, el correcto almacenaje de éstas, la ejecución de pruebas y caracterizaciones metalúrgicas y mineralógicas, la emisión de informes con el detalle de cada uno de los resultados obtenidos y la devolución de rechazos de las muestras producto del análisis químicos, de la realización de pruebas de lixiviación y flotación, a diferentes granulometrías de molienda.

La actividad experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas, a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. Una clase teórica de ciencias, de la mano de la enseñanza experimental creativa y continua, puede aportar al desarrollo en los estudiantes de algunas de las habilidades que exige la construcción de conocimiento científico. (López & Tamayo, 2012)

Según Aguilera (2010), en su trabajo de investigación “Plan para la gestión del laboratorio de concentración de minerales en la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar” en la República de Venezuela; el objetivo de la investigación fue proponer el plan para la gestión del laboratorio de concentración de minerales, ya que la escuela no contaba con dicho laboratorio por más de 15 años; dentro de los objetivos específicos de la investigación se menciona: establecer el árbol estratégico y cuadro de mando integral para el laboratorio de concentración de minerales; normar el establecimiento de las funciones docentes, de investigación y terceros dentro del

laboratorio; establecer los servicios que prestará el laboratorio y por último establecer una relación de gastos de funcionamiento y el presupuesto anual para el laboratorio de concentración de minerales. El tipo de investigación fue No experimental - descriptiva, dado que el plan de gestión se diseñó con la idea de ejecutarlo a futuro. Se concluye que, las funciones realizadas por los docentes dentro del laboratorio de concentración de minerales son dos: para la realización de trabajos de ascenso y como personal docente del laboratorio; los servicios que prestará el laboratorio son preparación de muestras para procesos (secado, chancado, pulverizado, homogenizado y cuarteo), Humedad, análisis granulométrico, molienda, concentración gravimétrica, concentración por flotación, preparación de muestras geológicas (sección fina o delgada, corte de rocas normales, roca o sección pulida, pulverizado simple, densidad, preparación de muestras para análisis químico, Cianuración, percolación, Sedimentación, filtración, precipitación, análisis de oro y plata por ensayos al fuego. También se concluye que los recursos humanos para el laboratorio son: un coordinador de laboratorio, un asistente de laboratorio, docentes colaboradores, estudiantes, pasantías, tesistas. Los gastos por funcionamiento del laboratorio se clasifican por consumo de electricidad, prácticas de laboratorio; trabajos de tesis ascensos y externos; repuestos y mantenimiento de equipos. Los ingresos que percibe el laboratorio son por conceptos de servicios a externos y para que el laboratorio no genere pérdidas económicas y pueda auto gestionarse, el número de servicios debe ser mayor o igual a 35 servicios anuales.

Mosquera y Sacoto (2011), en su trabajo de investigación “Diseño de un laboratorio para el desarrollo de prácticas en las asignaturas de formación profesional para la

carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca” indica que el desarrollo del país en los últimos años se ha acelerado rápidamente, siempre en búsqueda permanente del mejoramiento de técnicas y procesos productivos, para obtener mayor calidad, ganar en eficiencia, que permite a las empresas ser competitivas. Para estar a la par con este desarrollo es importante contar con profesionales líderes, con solvencia en el campo de la técnica y de la ciencia, capaces de dar soluciones creativas y prácticas a la diversa problemática actual de las empresas.

Según lo descrito en el perfil del proyecto de “Ampliación de la infraestructura y equipamiento de laboratorios para la carrera profesional de Ingeniería metalúrgica de la UNSAAC-Cusco”, el objetivo principal fue lograr adecuadas condiciones para el desarrollo de las actividades académicas en la carrera profesional de Ingeniería Metalúrgica. La comunidad local y regional resultará beneficiada en primer lugar porque tendrá un centro de formación más competitivo en el ámbito nacional e internacional. Así mismo oportunidades y puestos de trabajo para los estudiantes con una preparación eficiente y de calidad emanada desde la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. La ejecución del presente proyecto permitirá que los docentes y estudiantes de pre-grado desarrollen todas sus capacidades y habilidades contribuyendo al desarrollo de la institución y coadyuvando al desarrollo de la región y del país. (Asamblea Nacional de Rectores, 2011)

Según Aguilar, Cruz & Cuchula (2013) en su trabajo de investigación “Propuesta de diseño para la implementación del laboratorio de Electrónica Médica”, indica que,

dentro del campo de las carreras profesionales a nivel nacional, el número de profesionales dedicados a la ingeniería biomédica es cada vez mayor. Pero en la actualidad aún las Universidades no cuentan con las condiciones necesarias para desarrollar todas las habilidades necesarias que un ingeniero dedicado a la biomédica debe contar. En este trabajo se evalúa instalaciones eléctricas para el laboratorio, protocolos de control de equipo médico, cotizaciones y/o proformas de módulos didácticos que permitirán el correcto funcionamiento del laboratorio.

En el trabajo de investigación correspondiente a Intriago & Heredia (2015), titulado “Estudio e implementación del laboratorio de física en el tópico de electromagnetismo para la formación científica y mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí”, tienen como objetivo general implementar instrumentos y equipos de ensayo en el laboratorio de física relacionado con el tópico del electromagnetismo para la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí. Al concluir la investigación, lograron desarrollar las actividades metodológicas y procedimentales para la implementación del Laboratorio de Física, contando con la aprobación de todos los directivos y con el financiamiento respectivo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo beneficia la propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico para el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico para el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la perspectiva de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico.
- Establecer los servicios prestados y el mapeo de procesos del laboratorio metalúrgico para el desarrollo de las prácticas a los estudiantes y bachilleres.
- Determinar el requerimiento de equipos, reactivos químicos, mobiliarios y elementos de infraestructura para el laboratorio metalúrgico de la carrera de Ingeniería de Minas.
- Establecer la distribución de los equipos en el laboratorio y realizar un análisis de los costos de inversión del proyecto.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico, beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La percepción de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico, es significativa.
- Con la adquisición de los equipos de cuarteo, análisis granulométrico, chancado, molienda, lixiviación, flotación y análisis de minerales; se implementarán los servicios que prestará el laboratorio metalúrgico y se establecerá el mapeo de procesos, para el desarrollo de las prácticas a los estudiantes y bachilleres.
- Al determinar el requerimiento de equipos, reactivos químicos, mobiliario y elementos de infraestructura para el laboratorio metalúrgico, se tendrá un ambiente seguro y de calidad para las prácticas de los estudiantes.
- Con selección y las cotizaciones de precios de los equipos y obras civiles, se podrá determinar la distribución de los equipos y el monto de la inversión del proyecto.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es de tipo Aplicada, No experimental con diseño descriptivo debido a que no se manipularon variables, en la que la variable independiente no puede ser manipulada, debido a que se conoce la problemática actual existente por la ausencia de instrumentos y equipos especializados que contribuyan a la implementación de un Laboratorio metalúrgico, como parte de enseñanza en la carrera de Ingeniería de Minas en la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca.

La investigación aplicada hace uso de los conocimientos o teorías de investigación básica para resolver un problema existente, tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico. (Biblioteca Crai, 2018).

Hernández, Fernández y Baptista (2012) indican que, "La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”

Vargas (2009), docente de la maestría en Orientación de la Universidad de Costa Rica, el tipo de investigación aplicada se centra en el análisis y solución de problemas de varias índoles de la vida real, así como también se nutre de avances científicos y se

caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos. Indica que el tipo de investigación Aplicada es una forma de conocer las realidades con una prueba científica; requiere obligatoriamente de un marco teórico, sobre el cual se basará para generar una solución al problema específico que se quiera resolver.

Según Tamayo (2019) La investigación descriptiva busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones. Con mucha frecuencia las descripciones se hacen por encuestas (estudios por encuestas), aunque éstas también pueden servir para probar hipótesis específicas y poner a prueba explicaciones.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medición numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas.

2.2. Población y muestra

Población

Todos los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

Muestra

El tamaño de la muestra, se determinó con la fórmula correspondiente al muestreo aleatorio simple, referida a proporciones:

$$n_0 = \frac{z_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}^2 * p * (1-p) * N}{E^2 * (N-1) + z_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}^2 * p * (1-p)}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Ecuación 1: *Fórmula de muestra aleatoria simple*

Si $\frac{n_0}{N} \leq 0.05$, se trabaja directamente con la muestra previa

Si $\frac{n_0}{N} > 0.05$, se tiene que ajustar el tamaño de muestra

N: Número estudiantes de Ing. Minas UPN - Cajamarca

n₀: Tamaño de muestra previa de estudiantes de Ing. Minas UPN - Cajamarca

n: Tamaño de muestra final de estudiantes de Ing. Minas UPN - Cajamarca

p: Proporción de estudiantes de Ing. Minas UPN – Cajamarca, de acuerdo con la implementación de laboratorio.....

Z: Nivel de Confianza: 95%

E: Nivel de error: 6.5%

Aplicando los valores correspondientes de la investigación, en la fórmula:

$$n_0 = \frac{z_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}^2 * p * (1-p) * N}{E^2 * (N-1) + z_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}^2 * p * (1-p)} = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 500}{0.065^2 * (500-1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 156.48$$

Se realiza la fracción del muestreo

$$\frac{n_0}{N} = \frac{156.48}{500} = 0.31$$

que resulta ser mayor que 0.05, por lo tanto se debe ajustar el tamaño de muestra

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{156.48}{1 + 0.31} = 119.18 \cong 120$$

El tamaño de muestra final fue de 120 estudiantes.

Luego se realizó la estratificación correspondiente de acuerdo al número de estudiantes de Pre grado regular y WA.

Tabla 1

Tamaño de muestra

Estrato	N	%	n
Pre Grado Regular	400	80	96
WA	100	20	24
Total	500	100	120

Fuente: Dirección de Ing. De Minas UPN

Para la recolección de datos se consideró a 96 estudiantes de Pre Grado Regular y a 24 estudiantes de WA.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Observación Directa:

Se realizó la observación directa en campo, es decir en el campus de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, específicamente en la metodología de aprendizaje correspondiente a los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Minas, en dónde se logró identificar la falta de un laboratorio para la realización de prácticas dentro de los cursos de carrera. La Universidad nos brinda el servicio de un laboratorio relacionado a la mecánica de rocas el cual cuenta con equipos de tracción, compresión, extractor de testigos y pulidora.

Sin embargo, no cuenta con equipos que permitan realizar prácticas de concentración de materiales como: flotación, lixiviación, etc.

2.3.2. Análisis Documental

Se realizó la investigación de antecedentes previos de trabajos relacionados a implementación de laboratorios metalúrgicos, además de realizar un análisis de los principales equipos que se consideraran dentro de la propuesta. Para lo cual se utilizó los repositorios virtuales con los que cuentan todas las Universidades nacionales e internacionales, además de las bibliotecas virtuales disponibles en la web.

2.3.3. La encuesta

Del mismo modo se elaboraron 3 tipos de encuestas para poder ser aplicadas a estudiantes, docentes y empresarios mineros, con la finalidad de evaluar la opinión de cada uno con respecto a que la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca específicamente la carrera de Ingeniería de Minas, cuente con un laboratorio metalúrgico el cual brindaría sus servicios a estudiantes, egresados y toda la comunidad realizando análisis metalúrgicos.

Para la encuesta personal, se realizó la toma de datos correspondiente a las opiniones de los estudiantes, docentes y empresarios mineros, con respecto a la implementación con un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de minas; en este sentido se utilizó como instrumentos 3 tipos de encuestas:

- Encuesta a estudiantes de Ingeniería de Minas.
- Encuesta a docentes de Ingeniería de Minas.
- Encuesta a empresarios mineros de Cajamarca.



ENCUESTA – ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS

TESIS: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO METALÚRGICO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS EN LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE CAJAMARCA”

El cuestionario es completamente anónimo y sólo será utilizado con fines de elaborar la tesis mencionada anteriormente, como estudiante de la carrera de Ingeniería de Minas se le solicita responder con objetividad, marcando con una “X” en el recuadro según su respuesta.

1. **¿Cree que el uso de un laboratorio metalúrgico es importante para el aprendizaje durante la formación de su carrera profesional?**

SI NO

2. **¿Tienes conocimiento con respecto a la importancia de las pruebas metalúrgicas en la carrera de Ingeniería de Minas?**

SI NO

3. **Dentro de los cursos de carrera, específicamente Concentración de materiales ¿Se realizan prácticas relacionadas con el desempeño de su profesión?**

SIEMPRE A VECES NUNCA

4. **¿Crees que la implementación de un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de Minas ayudará a mejorar el rendimiento académico durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes?**

SI NO

5. **¿Qué procesos metalúrgicos enfocados a la minería estas interesado en conocer de forma práctica?**

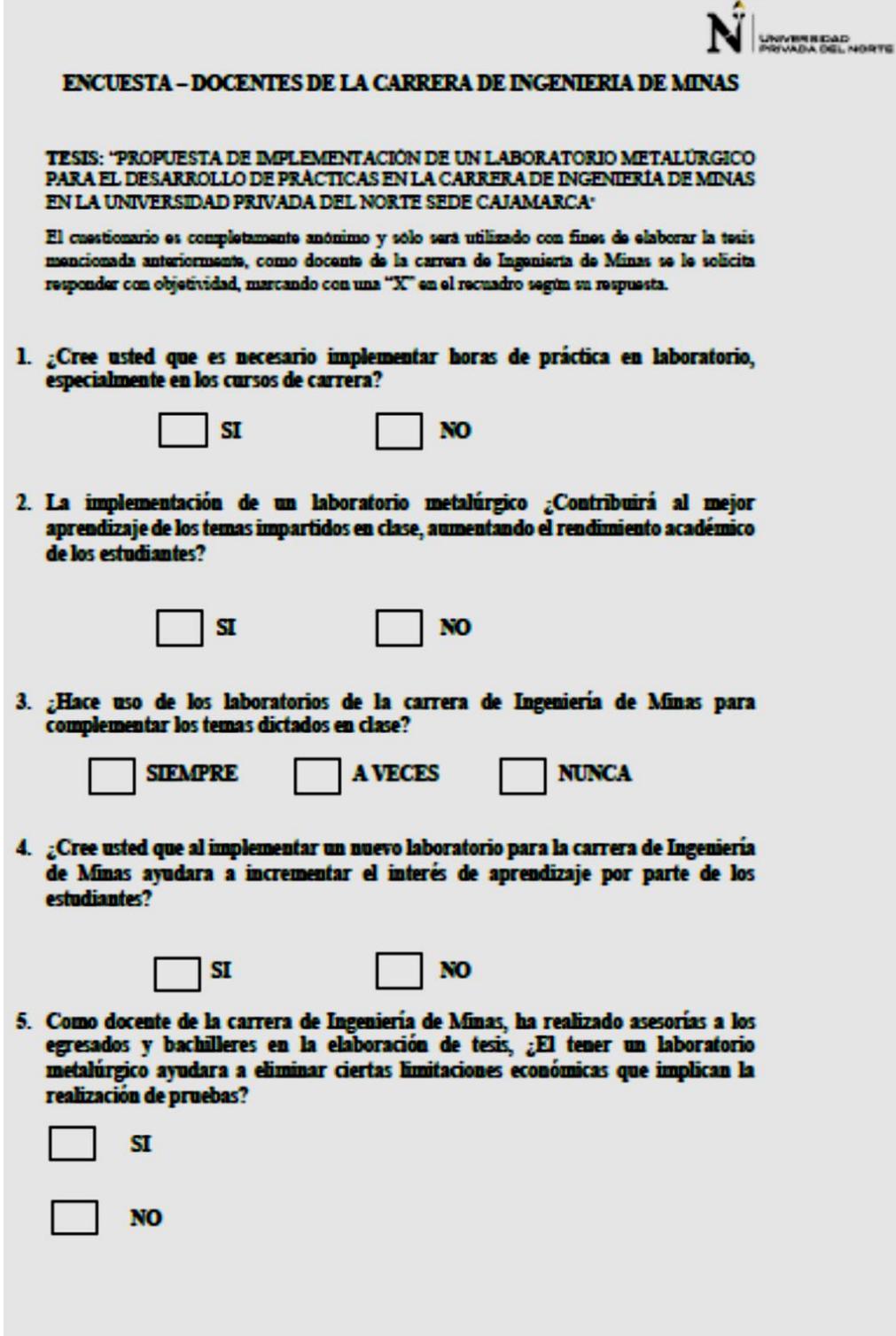
Flotación de minerales

Lixiviación de minerales

Ambos

Figura 1: Encuesta a estudiantes de Ingeniería de Minas.

Fuente: Elaboración propia.



 UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

ENCUESTA – DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS

TESIS: ‘PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO METALÚRGICO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS EN LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE CAJAMARCA’

El cuestionario es completamente anónimo y solo será utilizado con fines de elaborar la tesis mencionada anteriormente, como docente de la carrera de Ingeniería de Minas se le solicita responder con objetividad, marcando con una “X” en el recuadro según su respuesta.

1. **¿Cree usted que es necesario implementar horas de práctica en laboratorio, especialmente en los cursos de carrera?**
 SI NO
2. **La implementación de un laboratorio metalúrgico ¿Contribuirá al mejor aprendizaje de los temas impartidos en clase, aumentando el rendimiento académico de los estudiantes?**
 SI NO
3. **¿Hace uso de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Minas para complementar los temas dictados en clase?**
 SIEMPRE A VECES NUNCA
4. **¿Cree usted que al implementar un nuevo laboratorio para la carrera de Ingeniería de Minas ayudara a incrementar el interés de aprendizaje por parte de los estudiantes?**
 SI NO
5. **Como docente de la carrera de Ingeniería de Minas, ha realizado asesorías a los egresados y bachilleres en la elaboración de tesis, ¿El tener un laboratorio metalúrgico ayudara a eliminar ciertas limitaciones económicas que implican la realización de pruebas?**
 SI
 NO

Figura 2: Encuesta a docentes de Ingeniería de Minas.

Fuente: Elaboración propia.

 UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

ENCUESTA A EMPRESARIOS MINEROS - CAJAMARCA

TESIS: "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO METALÚRGICO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS EN LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE CAJAMARCA"

El cuestionario es completamente anónimo y solo será utilizado con fines de elaborar la tesis mencionada anteriormente, como empresario que forma parte del rubro minero en Cajamarca se le solicita responder con objetividad, marcando con una "X" en el recuadro según su respuesta.

1. **¿Cree usted que es necesario contar con un laboratorio metalúrgico en la ciudad de Cajamarca?**

SI NO

2. **La implementación del primer laboratorio metalúrgico que brindará servicios a la comunidad ¿Contribuirá al desarrollo económico de Cajamarca?**

SI NO

3. **¿Cómo empresario que se desarrolla en el rubro minero, requiere servicios de un laboratorio metalúrgico para análisis de muestras?**

SIEMPRE A VECES NUNCA

4. **¿Cree usted que al implementar un nuevo laboratorio para la carrera de Ingeniería de Minas ayudara a incrementar el nivel académico de los estudiantes que permita tener egresados altamente calificados para desarrollarse en el campo laboral minero?**

SI NO

5. **Como empresario minero, ¿Cree usted que contar con un laboratorio metalúrgico en Cajamarca contribuirá a reducir costos a las pequeñas y medianas empresas mineras que requieran servicios de análisis de muestras?**

SI

NO

Figura 3: Encuesta a empresarios mineros de Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia.

También se realizó la toma de datos de campo mediante un levantamiento topográfico del área destinada al Laboratorio metalúrgico para la elaboración de los planos correspondientes.

2.4. Procedimiento

Este trabajo de investigación se realizó mediante 3 etapas: Gabinete, Campo, Gabinete las cuales se detallan a continuación.

2.4.1. Gabinete:

Inicialmente se realizó la revisión de antecedentes, estudios previos, realizados respecto al tema, en los diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional; para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales de las distintas universidades, también se elaboró 3 tipos de encuestas para evaluar la opinión de los estudiantes, docentes y empresarios mineros. De la misma forma se seleccionaron los principales equipos que se consideraran en la propuesta de manera que permitan realizar las pruebas metalúrgicas de manera detallada y sin márgenes de error.

2.4.2. Campo:

En esta etapa se realizó la toma de datos de campo, inicialmente se procedió a evaluar la opinión de los estudiantes, docentes y empresarios mineros con respecto a la implementación de un laboratorio metalúrgico, para lo cual se utilizaron como instrumentos los 3 tipos de encuestas que se elaboraron anteriormente, para esto se obtuvo el permiso del director de carrera y las

encuestas fueron tomadas a los estudiantes y docentes que actualmente se encuentran llevando los cursos de verano.



Figura 4: Encuesta de estudiantes-Ingeniería de Minas.

Nota: Imágenes captadas a estudiantes de Ing. De Minas UPN.

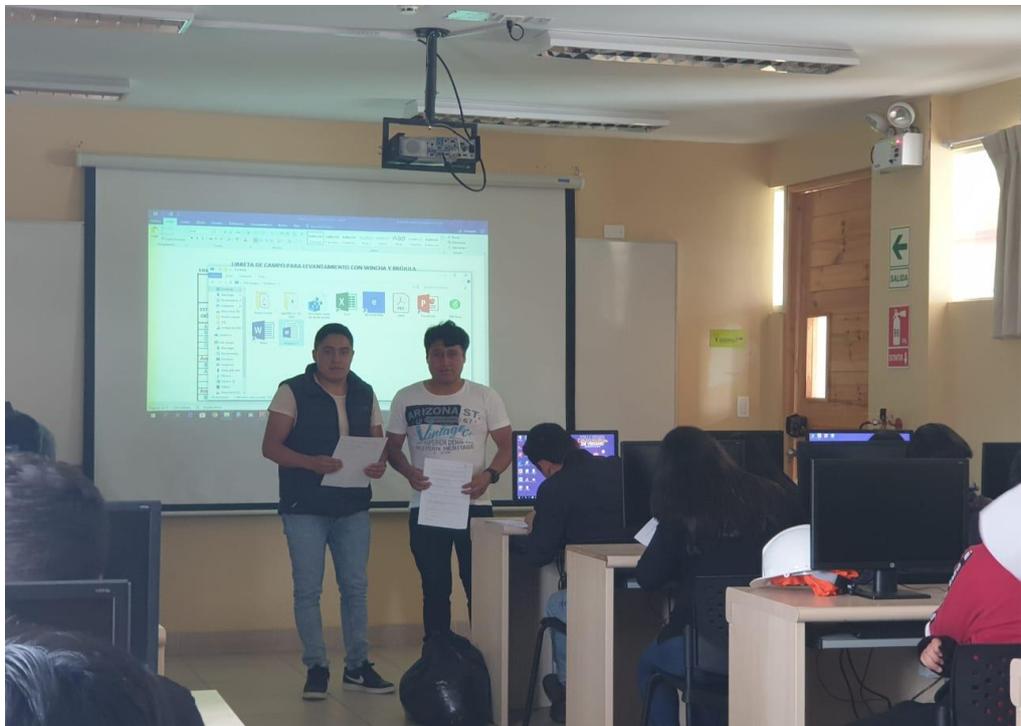


Figura 5: 2ºDía/ Encuesta a estudiantes-Ingeniería de Minas.

Nota: Imágenes captadas a estudiantes de Ing. De Minas UPN.



Figura 6: Encuesta a docentes-Ingeniería de Minas.

Nota: Imágenes captadas a estudiantes de Ing. De Minas UPN.

Luego se procedió a tomar datos de campo correspondientes al área designada para el laboratorio metalúrgico, para lo cual se necesitó hacer un levantamiento topográfico y realizar las mediciones del área para proceder a la elaboración de un plano topográfico, plano de distribución de los equipos y el plano de las instalaciones eléctricas y de agua.



Figura 7: Toma de medidas del área en campo.

Nota: Imágenes captadas a estudiantes de Ing. De Minas UPN.

2.4.3. Gabinete:

Por último, se realizó un análisis de las encuestas tomadas a los estudiantes, docentes y empresarios mineros para lo cual se utilizó el programa Excel, para procesar en forma computarizada los resultados de las encuestas, mediante tablas y gráficos estadísticos; asimismo para realizar los presupuestos de costos de inversión y presupuesto necesario para el proyecto. Para la realización de la prueba de hipótesis para proporciones se utilizó el Software Estadístico Minitab. También se utilizó el AutoCAD para realizar los diseños de distribución física del laboratorio para la elaboración de los planos topográficos, de distribución de equipos y de instalaciones eléctricas y de agua del laboratorio. Por último, se utilizó el PPT, para la presentación final y defensa del proyecto.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Hipótesis general

La propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico, beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

3.1.1 Prueba de Hipótesis

Ho: La propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico NO beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

H1: La propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

Si p – value es menor a $\alpha = 0.05$, se Rechaza la H_0

Estadísticas descriptivas

N	Evento	Muestra p	Límite inferior de 95% para p
96	95	0.989583	0.972539

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: p = 0.8$
Hipótesis alterna	$H_1: p > 0.8$
Valor Z	4.64
Valor p	0.000

Según el p -valor = 0.000 < $\alpha = 0.05$, lo que nos conlleva a rechazar H_0 y se acepta H_1 : La propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico, beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

Hipótesis específica

La percepción de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico, es significativa.

3.1.2 Prueba de Hipótesis

Ho: La percepción de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico, NO es significativa.

H1: La percepción de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico, es significativa.

Si p – value es menor a $\alpha = 0.05$, se Rechaza la H_0

Estadísticas descriptivas

N	Evento	Muestra p	Límite inferior de 95% para p
125	123	0.984000	0.965540

Prueba

Hipótesis nula $H_0: p = 0.8$
Hipótesis alterna $H_1: p > 0.8$

Valor Z	Valor p
5.14	0.000

Según el p -valor = 0.000 < $\alpha = 0.05$, lo que nos conlleva a Rechazar H_0 y se acepta H_1 : La percepción de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico, es significativa.

3.2. Resultados de las encuestas tomadas para medir la perspectiva de los estudiantes y docentes en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico

Con la finalidad de medir la perspectiva de los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería de minas, se tomaron encuestas, de esta manera se pudo conocer la opinión con respecto a la iniciativa de implementación con un laboratorio metalúrgico para la carrera.

3.2.1. Resultados de la encuesta tomada a los estudiantes de Pre grado y Working.

A continuación, se presentan los resultados del procesamiento de la encuesta tomada a los 96 estudiantes de Ingeniería de minas en la modalidad Pre grado y 24 estudiantes en la modalidad Working.

Pregunta N°01

¿Cree que el uso de un laboratorio metalúrgico es importante para el aprendizaje durante la formación de su carrera profesional?

Tabla 2

Importancia del uso de laboratorio metalúrgico/Pre grado

PREGUNTA N°01	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	96
NO	0

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 7: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°01/PG.

Fuente: Resultados de encuesta

Tabla 3

Importancia del uso de laboratorio metalúrgico/Working

PREGUNTA N°01	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	24
NO	0

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 8: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°01/W.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 2 y 3, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°01 de la encuesta a los 96 y 24 estudiantes en las modalidades de Pre grado y Working

respectivamente, de donde se puede deducir que todos están de acuerdo en que el uso de un laboratorio metalúrgico puede jugar un rol muy importante en el periodo de aprendizaje durante su formación profesional.

Pregunta N°02

¿Tienes conocimiento con respecto a la importancia de las pruebas metalúrgicas en la carrera de Ingeniería de Minas?

Tabla 4

Importancia de las pruebas metalúrgicas/Pre grado

PREGUNTA N°02	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	72
NO	24

Fuente: Resultados de encuesta

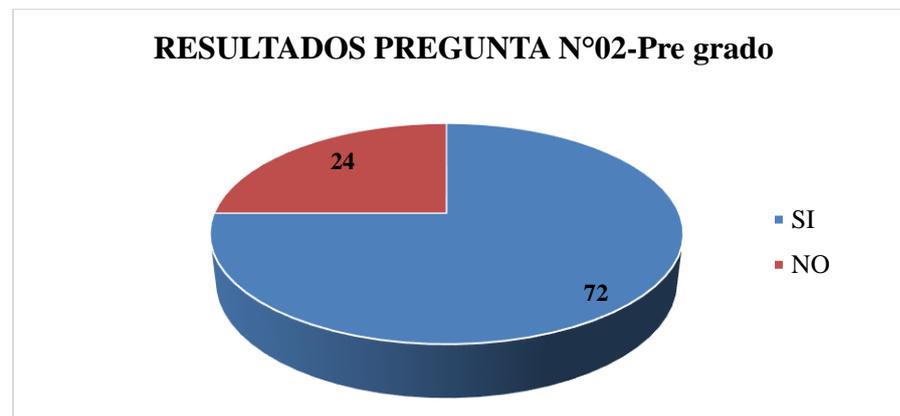


Figura 9: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°02/PG.

Fuente: Resultados de encuesta

Tabla 5

Importancia de las pruebas metalúrgicas/Working

PREGUNTA N°02	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	19
NO	5

Fuente: Resultados de encuesta

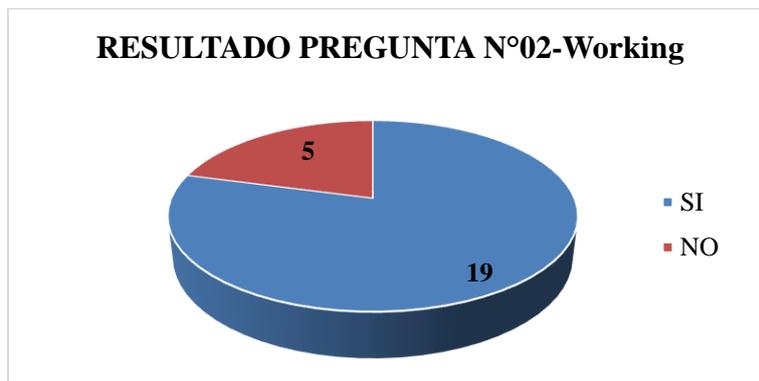


Figura 10: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°02/W.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 4 y 5, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°02 de la encuesta a los 96 y 24 estudiantes en las modalidades de Pre grado y Working respectivamente, de donde se puede deducir que más del 50% es consciente de la gran importancia que tiene realizar y conocer los distintos procesos que abarcan las pruebas metalúrgicas.

Pregunta N°03

Dentro de los cursos de carrera, específicamente Concentración de materiales ¿Se realiza prácticas relacionadas con el desempeño de su profesión?

Tabla 6

Prácticas de Concentración de materiales/Pre grado

PREGUNTA N°03	
OPCIONES	CANTIDAD
SIEMPRE	19
A VECES	36
NUNCA	41

Fuente: Resultados de encuesta

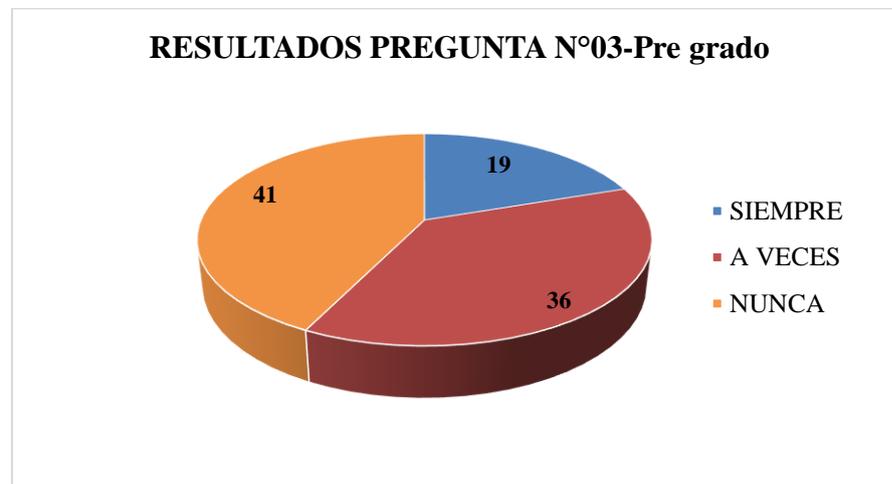


Figura 11: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°03/PG.

Fuente: Resultados de encuesta

Tabla 7

Prácticas de Concentración de materiales/Working

PREGUNTA N°03	
OPCIONES	CANTIDAD
SIEMPRE	5
A VECES	12
NUNCA	7

Fuente: Resultados de encuesta

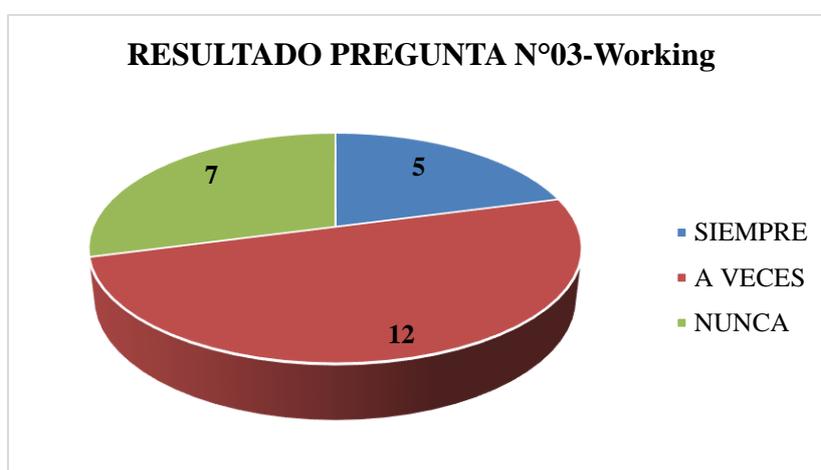


Figura 12: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°03/W.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 6 y 7, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°03 de la encuesta a los 96 y 24 estudiantes en las modalidades de Pre grado y Working respectivamente, de donde se puede deducir que alrededor del 50% nunca han realizado prácticas en laboratorio específicamente en el curso de concentración de materiales, lo cual indica un problema serio dentro del progreso correspondiente al rendimiento académico de todos los estudiantes de la carrera.

Pregunta N°04

¿Crees que la implementación de un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de Minas ayudará a mejorar el rendimiento académico durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes?

Tabla 8

Implementación del laboratorio/mejoramiento en el rendimiento académico de los estudiantes/Pre grado

PREGUNTA N°04	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	95
NO	1

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 13: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°04/PG.

Fuente: Resultados de encuesta

Tabla 9

Implementación del laboratorio/mejoramiento en el rendimiento académico de los estudiantes/Working

PREGUNTA N°04	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	23
NO	1

Fuente: Resultados de encuesta

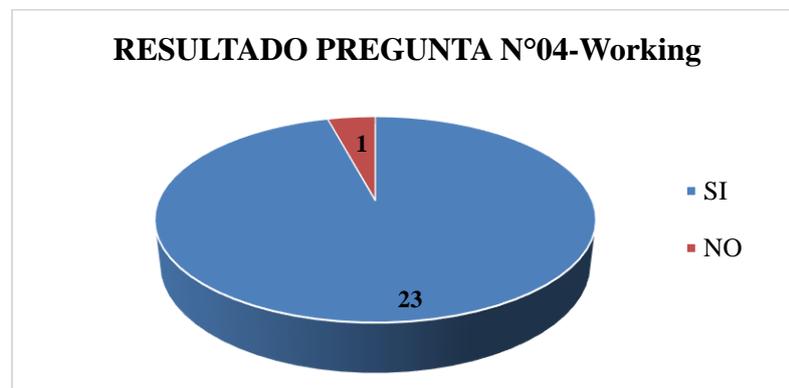


Figura 14: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°04/W.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 y 9, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°04 de la encuesta a los 96 y 24 estudiantes en las modalidades de Pre grado y Working respectivamente, de donde se puede deducir que más del 90% apoya la idea de la implementación con un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de minas, ya que contribuirá a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Pregunta N°05

¿Qué procesos metalúrgicos enfocados a la minería estas interesado en conocer de forma práctica?

Tabla 10

Prácticas de procesos metalúrgicos/Pre grado

PREGUNTA N°05	
OPCIONES	CANTIDAD
FLOTACION DE MINERALES	5
LIXIVIACIÓN DE MINERALES	10
AMBOS	81

Fuente: Resultados de encuesta

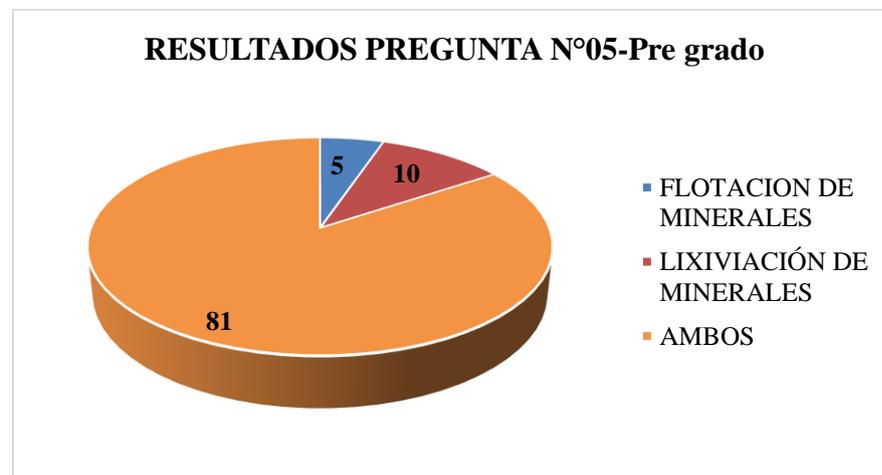


Figura 15: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°05/PG.

Fuente: Resultados de encuesta

Tabla 11

Prácticas de procesos metalúrgicos/Working

PREGUNTA N°05	
OPCIONES	CANTIDAD
FLOTACION DE MINERALES	4
LIXIVIACIÓN DE MINERALES	2
AMBOS	18

Fuente: Resultados de encuesta

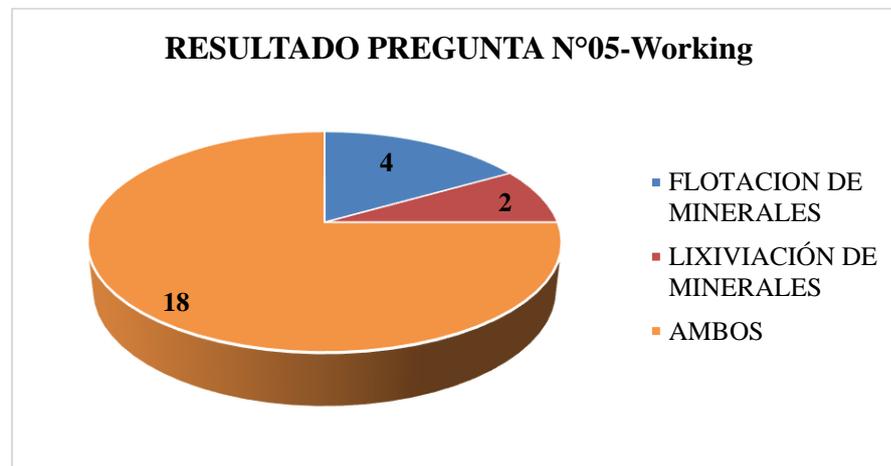


Figura 16: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°05/W.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 10 y 11, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°05 de la encuesta a los 96 y 24 estudiantes en las modalidades de Pre grado y Working respectivamente, de donde se puede deducir que más del 60% de está interesado en desarrollar prácticas de los procesos metalúrgicos enfocados a la carrera tales como: flotación y lixiviación de minerales.

3.2.2. Resultados de la encuesta tomada a los docentes de la carrera de Ingeniería de Minas.

A continuación, se presentan los resultados del procesamiento de la encuesta tomada a los 5 docentes de la carrera.

Pregunta N°01

¿Cree usted que es necesario implementar horas de práctica en laboratorio, especialmente en los cursos de carrera?

Tabla 12

Implementación de horas de práctica en laboratorio

PREGUNTA N°01	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	5
NO	0

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 17: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°01/Docentes.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 12, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°01 de la encuesta a los 5 docentes de la carrera, de donde se puede deducir que el 100% cree necesaria la implementación de más horas prácticas en laboratorio.

Pregunta N°02

La implementación de un laboratorio metalúrgico ¿Contribuirá a mejorar el aprendizaje de los temas impartidos en clase, aumentando el rendimiento académico de los estudiantes?

Tabla 13

Mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes

PREGUNTA N°02	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	5
NO	0

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 18: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°02/Docentes.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 13, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°02 de la encuesta a los 5 docentes de la carrera, de donde se puede deducir que el 100% piensa que al implementar un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de Minas se mejorara el aprendizaje de los estudiantes y con ello se incrementara el rendimiento académico.

Pregunta N°03

¿Hace uso de los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Minas para complementar los temas dictados en clase?

Tabla 14

Utilización de los laboratorios de Ingeniería de Minas

PREGUNTA N°03	
OPCIONES	CANTIDAD
SIEMPRE	2
A VECES	2
NUNCA	1

Fuente: Resultados de encuesta

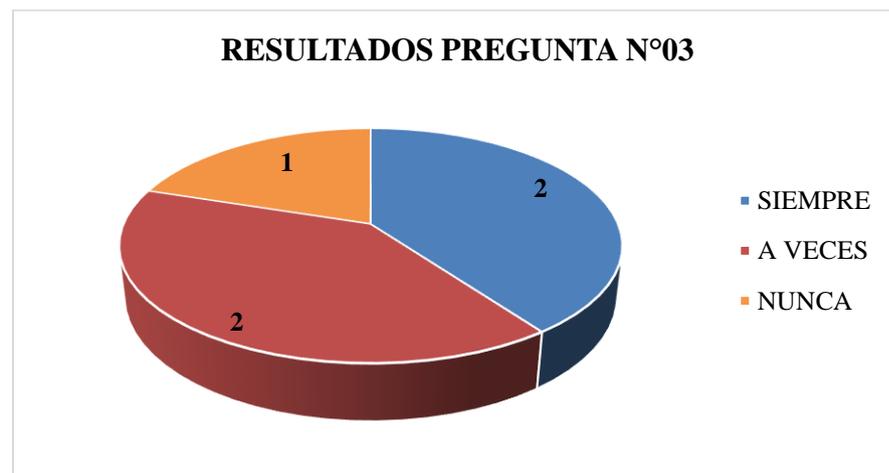


Figura 19: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°03/Docentes.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 14, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°03 de la encuesta a los 5 docentes de la carrera, de donde se puede deducir que más del 50% utiliza los laboratorios para complementar los temas dictados en clases.

Pregunta N°04

¿Cree usted que al implementar un nuevo laboratorio para la carrera de Ingeniería de Minas ayudará a incrementar el interés de aprendizaje por parte de los estudiantes?

Tabla 15

Incremento en el interés de aprendizaje por parte de los alumnos

PREGUNTA N°04	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	5
NO	0

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 20: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°04/Docentes.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 15, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°04 de la encuesta a los 5 docentes de la carrera, de donde se puede deducir que el 100% cree que implementar con un laboratorio metalúrgico despertara la iniciativa de aprendizaje por parte de los estudiantes.

Pregunta N°05

Como docente de la carrera de Ingeniería de Minas, ha realizado asesorías a los egresados y bachilleres en la elaboración de tesis, ¿El tener un laboratorio metalúrgico ayudara a eliminar ciertas limitaciones económicas que implican la realización de pruebas?

Tabla 16

Eliminación de limitaciones económicas

PREGUNTA N°05	
OPCIONES	CANTIDAD
SI	5
NO	0

Fuente: Resultados de encuesta



Figura 21: Representación gráfica de las respuestas-Pregunta N°05/Docentes.

Fuente: Resultados de encuesta

En la tabla 16, se presenta los resultados obtenidos en la pregunta N°05 de la encuesta a los 5 docentes de la carrera, de donde se puede deducir que el 100% asegura que contar con un laboratorio metalúrgico ayudara a eliminar algunas limitaciones económicas para los estudiantes y bachilleres que deseen realizar pruebas para futuros proyectos o tesis.

3.3. Servicios prestados y mapeo de procesos del laboratorio metalúrgico

Los servicios que prestará el laboratorio metalúrgico se establecen desde la preparación de la muestra hasta los análisis químicos.

Tabla 17

Servicios del Laboratorio Metalúrgico

1	Descripción: Preparación mecánica de muestras para procesos
	Secado, homogenizado y cuarteo hasta 10 kg
	Secado, homogenizado y cuarteo hasta 50 kg
	Secado, homogenizado y cuarteo hasta 100 kg
	Secado, chancado (malla 10), homogenizado y cuarteo hasta 10 kg
	Secado, chancado (malla 10), homogenizado y cuarteo hasta 50 kg
	Secado, chancado (malla 10), homogenizado y cuarteo hasta 100 kg
2	Preparación de muestras para análisis químico
	Secado
	Chancado
	Pulverizado
	Cuarteo
3	Prueba de molienda húmeda
	Molienda hasta 1000 gramos de mineral por muestra
	Determinación del work index (Bond Test)
4	Concentración gravimétrica
	Concentración por Jig hasta 500 gramos de mineral
	Concentración en esa vibratoria hasta 10 kg de mineral
5	Análisis granulométrico

Análisis granulométrico en seco con ROTAP de seis tamices

Análisis granulométrico en húmedo con seis tamices

6 Concentración por flotación

Concentración por flotación hasta 2 kg por muestra

7 Cianuración

Cianuración en botella chica con 500 gramos de mineral hasta 48 horas

Cianuración en botella grande con 2000 gramos de mineral hasta 48 horas

Cianuración en columna mediana con 25 kg de mineral hasta recuperación máxima de Au

8 Recuperación de Au y Ag en soluciones ricas

Con carbón activado

Con polvo de zinc

9 Análisis de Au y Ag por Ensayos al fuego

Análisis de Au en mineral

Análisis de Ag en mineral

Análisis de Au en relaves

Análisis de Ag en relaves

Análisis de Au en concentrados de flotación/carbón activado/precipitado de zinc

Análisis de Ag en concentrados de flotación/carbón activado/precipitado de zinc

10 Otras determinaciones químicas

Determinación de gravedad específica

Determinación de humedad

Determinaciones de pH

Dureza de agua

Alcalinidad total

Determinación de carbonatos y bicarbonatos

Tratamiento de aguas

Fuente: Laboratorios de otras Universidades del país.

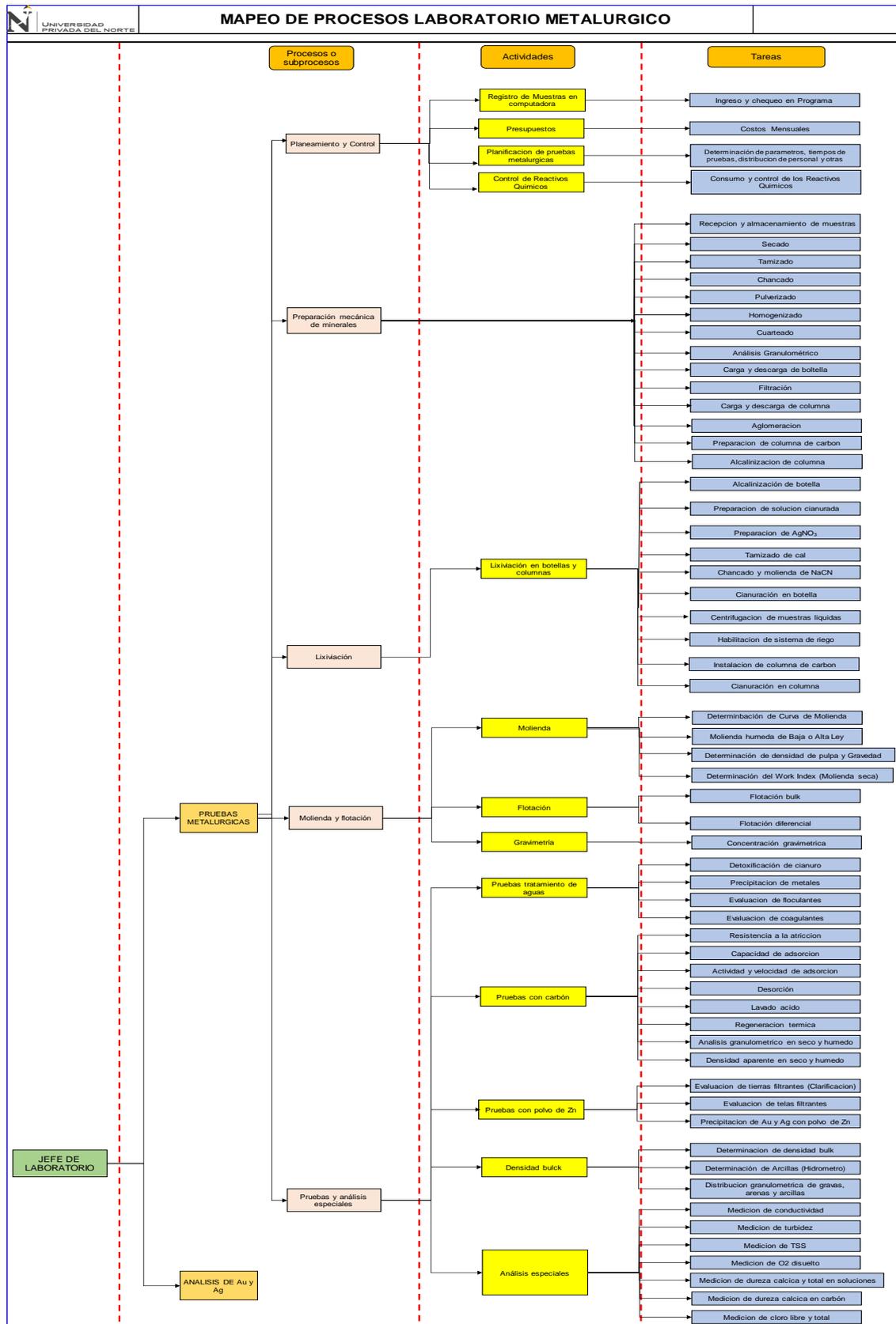


Figura 22: Mapeo de procesos de los Servicios del Laboratorio Metalúrgico.

Fuente: Laboratorios de otras Universidades del país.

En la figura 26, se presentan los resultados obtenidos de los servicios que prestaría el laboratorio metalúrgico, para dar soporte a la respuesta de la pregunta 5 de la encuesta a los estudiantes. Son 10 servicios prestados, desde la preparación de muestras para procesos, preparación de muestras para análisis químicos, molienda húmeda, flotación, cianuración, análisis de Au-Ag por ensayos al fuego y otras determinaciones químicas como gravedad específica, Humedad, pH, dureza del agua y tratamiento de aguas. Estos servicios funcionan en forma detallada en el mapa de procesos del laboratorio metalúrgico. El mapa de procesos es la representación gráfica, o sea el diagrama, de la interrelación existente entre todos los procesos y subprocesos del laboratorio metalúrgico. El objetivo de este mapa es conocer de forma muy detallada y profunda el funcionamiento de los procesos y actividades en los que el laboratorio está involucrado. En la ilustración 26 mostramos que el mapa de procesos consta de dos procesos: Prueba metalúrgicas y Análisis de Au-Ag, a su vez el proceso de pruebas metalúrgicas tiene cuatro sub procesos: Planeamiento y Control, Preparación mecánica de minerales, Lixiviación, Molienda y Flotación. A la vez cada sub proceso contiene actividades y cada actividad contiene tareas.

3.4. Requerimiento de equipos, reactivos químicos, mobiliario y elementos de infraestructura del laboratorio metalúrgico

Tabla 18

Requerimiento de equipos del Laboratorio Metalúrgico

ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	CARACTERISTICAS	UNID.	PRECIO US\$ (SIN IGV)	TOTAL US\$ (SIN/IGV)	PROVEEDOR
1	ESTUFA DE SECADO MARCA "DESPATCH". MODELO LBB2-18-1	Temperatura máxima: 204 °C. Voltaje: 240 v. 50 - 60 Hz. 16.7 Amp. Motor 1/4 hp 1.4 Amp	1	3922.00	3,922.00	CIMATEC SAC
2	BALANZA DE PLATAFORMA ELECTRONICA MARCA "ADAM" MODELO GFK-330 a	Capacidad: 150 kg	1	670.00	670.00	PRECISUR
3	BANDEJAS EMBUTIDAS DE ACERO INOXIDABLE	Medidas: 19.5" x 14" x 3"	15	90.00	1,350.00	
4	CHANCADORA DE MANDIBULAS	Modelo terminator de 4" x 7" motor de hp: 3.7 - 5 hp 760 rpm	1	4,000.00	4,000.00	

5	CUARTEADOR DE RIFLES	Material: Acero inoxidable de 1.2 mm Abertura: de 1 1/4" (30mm) Divisiones: 16 Tolva Alto 40 cm x Ancho 41cm x Largo 62cm Bandeja S: Incluye 3 bandejas Ac. Inox Marca. - Alerta Técnica Procedencia: Nacional	1	995.00	995.00	ALERTA TECNICA IMPORT
6	CAMPANA EXTRACTORA DE POLVOS	De acuerdo al espacio	2	1,000.00	2,000.00	ACERO INOXIDABLE DE 2.5 HP 1X1.5 MT
7	PULVERIZADOR DE ANILLOS	Máquina-equipó, marca WEG de 1.5HP, de 860RPM, 6.25 Amp. Línea trifásica 220V	1	2,800.00	2,800.00	
8	MOLINO DE BOLAS DE LABORATORIO CON TABLERO VARIADOR DE VELOCIDAD	Molino: modelo 8" x 11" (mb-8x11-gr) variador de velocidad: 1hp/220 Vac/ 1 ø/ 60 Hz	1	9,934.00	9,934.00	GYR MAQUINAS SAC
9	ROTAP MARCA WS TYLER	Modelo rx-29	1	4,833.33	4,833.33	CIMATEC SAC
10	MALLAS ASTM DE 8"	1 base, 1 malla ciega y 6 mallas (2 de 60, 2 de 100, 2 de 140)	8	80.25	642.03	QUIMICA LABORATORIOS SAC
11	BALANZA ELECTRONICA DE TRES DIGITOS MARCA "SARTORIUS"	Capacidad: 12 kg	1	590.00	590.00	PRECISUR

12	EQUIPO DE FLOTACION, TIPO CELDA DE LABORATORIO	Modelo d-12	1	10,795.00	10,795.00	GYR MAQUINAS SAC
13	BANDEJAS DE ACERO INOXIDABLE EMBUTIDAS PARA RECEPCION DE CONCENTRADOS DE FLOTACION	12" x 6" x 4"	15	80.00	1,200.00	
14	BANDEJAS DE ACERO INOXIDABLE PARA PRUEBAS DE FLOTACION	Capacidad: 4 unid de 8 litros, 2 unid de 4 litros, 2 unid de 2 litros	8	90.00	720.00	GYR MAQUINAS SAC
15	POTENCIOMETRO DIGITAL PARA MEDIR pH CON ELECTRODO PARA PULPAS	Marca Oakton, modelo 310 series	2	1,329.00	2,658.00	CIMATEC SAC
16	CONCENTRADOR CENTRIFUGO ICON	Capacidad máxima de pulpa: 100 litros /minuto. Rango de concentración 968cm°. Rango de fuerza de gravedad: 60 -150 G'S, Potencia motor: 1.5 KW. Características eléctricas: 220 v /1/ 50 - 60 H2	1	22,000.00	22,000.00	GYR MAQUINAS SAC
17	AGITADOR MAGNETICO CON CALEFACCIÓN MARCA CIMAREC	Modelo s131120-33	1	552.11	552.11	QUIMICA LABORATORIOS SAC
18	EQUIPO DE PRUEBA DE JARRAS	MODELO ET730 PORTATIL "LOVIBOND" ALEM PZA Para pruebas de tratamiento de aguas	1	2,390.30	2,390.30	CIMATEC SAC

19	BURETA DIGITAL DE 50 ML MARCA VIT LAB	CAPACIDAD: 1 - 50 ml CON BOTELLA DOSIFICADORA COLOR AMBAR	4	655.33	2,621.33	MC LAB
20	HORNO DE FUNDICIÓN ELECTRICO	Equipo de 23 Amp, Cap. 24 crisoles de 30 g. Control de temperatura marca FARVOL	1	1,500.00	1,500.00	
21	HORNO PARA COPELACIÓN DE METALES PRECIOSOS	Con termocupla incluido, más los accesorios de seguridad y manejo para enseñanza de estudian-tes de Ingeniería Metalúrgica. Equipo tenga temperatura de 1500°C	1	1,492.96	1,492.96	
22	ESTUFA ELÉCTRICA	Maquina equipo. Armadura de acero inoxidable de 2 hornillas con regulador de temperatura de 50-300°C	1	200.00	200.00	
23	BALANZA ANALITICA	Balanza Analítica semimicro marca Kern, modelo ABT 120-5DM de doble rango.	1	3,500.00	3,500.00	SERVINSA EIRL SERVICIOS DE INSTRUMENTOS ANALITICOS EIRL

24	EQUIPO DE BIDESTILACION DE AGUA	Equipo de bidestilación de agua de estructura cúprica o acero inoxidable doble rango.	1	1,830.99	1,830.99	SERVINSA EIRL SERVICIOS DE INSTRUMENTOS ANALITICOS EIRL
25	EXTRACTOR DE GASES TÓXICOS	Extractor de gases tóxicos químicos con tiro al aire	1	1,690.14	1,690.14	SERVINSA EIRL SERVICIOS DE INSTRUMENTOS ANALITICOS EIRL
COSTO TOTAL US \$ (SIN IGV)					84,887.19	

Fuente: Cotización a proveedores

En la tabla 18, se presentan los resultados obtenidos del requerimiento de equipos, para los servicios que prestará el laboratorio metalúrgico, así como sus características y cotizaciones en dólares americanos. Se requieren 25 equipos que suman una inversión de US\$ 84,887.19 (sin IGV). No se ha incluido microscopios porque estos equipos ya los tiene el área de Geología. Tampoco se ha incluido un equipo de adsorción atómica, porque ya se tiene en la Universidad.

Tabla 19

Requerimiento de reactivos químicos del Laboratorio Metalúrgico

ITEM	NOMBRE DEL REACTIVO	CANTIDAD (KILOS)	PRECIO US\$ (SIN IGV)	TOTAL US\$ (SIN IGV)
1	CIANURO DE SODIO 98% PUREZA NaCN, EN BRIQUETAS	5	7.02	35.11
2	HIDROXIDO DE SODIO GRANULADO EN PERLAS	51	4.23	215.49
3	CAL VIVA	5	0.56	2.82
4	ZINC EN POLVO	1	112.68	112.68
5	XANTATO AAMILICO DE POTASIO Z-6	1	3.94	3.94
6	XANTATO ISOPROPILICO Z- 11	1	3.38	3.38
7	AERO 801	1	5.63	5.63
8	AERO 825	1	11.27	11.27
9	AEROMINE 3035 (COLECTOR CATIONICO)	1	22.54	22.54
10	AEROMINE 3037 (COLECTOR CATIONICO)	1	22.54	22.54
11	AEROFLOAT 208 (SELECTIVO DE COBRE Y ORO)	1	3.94	3.94
12	ACETATO DE PLOMO	1	84.51	84.51
13	SULFATO DE ZINC	1	4.23	4.23
14	SULFURO DE SODIO	1	10.70	10.70
15	FLUX Y REACTIVOS PARA ANALISIS DE ORO Y PLATA	1	1408.45	1408.45

16	CRISOLES Y COPELAS	400	2.00	800.00
COSTO TOTAL US \$ (SIN IGV)				2747.23

Fuente: Cotización a proveedores

En la tabla 19, se presentan los resultados obtenidos del requerimiento de reactivos químicos del Laboratorio Metalúrgico, tanto para las pruebas de flotación, lixiviación de minerales y análisis de Au-Ag por fundición y copelación. Esta inversión asciende un total de US\$ 2,747.23 (sin IGV).

Tabla 20

Requerimiento de mobiliario del Laboratorio Metalúrgico

ITEM	MUEBLES	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	PRECIO US\$ (SIN IGV)	TOTAL US\$ (SIN IGV)
1	ESCRITORIO	METALICO MODELO EJECUTIVO	1	365.17	365.17
2	SILLON	GIRATORIO MODELO EJECUTIVO	1	98.59	98.59
3	SILLAS	DE PLÁSTICO CON ESTRUCTURA DE FIERRO	2	36.62	73.24
4	MESA DE TRABAJO	DE 3M X 1.50 M X 1 M DE ALTO (DE FIERRO)	3	281.69	845.07
COSTO TOTAL US \$ (SIN IGV)					1382.07

Fuente: Cotización a proveedores

En la tabla 20, se presentan los resultados obtenidos del requerimiento de mobiliario del Laboratorio Metalúrgico, cuya inversión asciende a un total de US\$ 1,382.07 (sin IGV).

Tabla 21

Requerimiento de elementos de infraestructura del Laboratorio Metalúrgico

OBRAS CIVILES	UNIDAD UTILIZADA	UNIDADES TOTALES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Paredes y techos	m2	144.08	33.24	4,789.29
Pisos	m2	68.32	36.93	2,523.32
Ventanas y puertas	Suma global			1,200.00
Bases de concreto para anclaje de equipo pesado	m3	3	107.11	321.32
Mesas de concreto	m2	12	77.56	930.73
COSTO DE OBRAS CIVILES				9,764.67
INSTALACIONES CIVILES				
Sistema de tuberías para agua y desagüe	Puntos	11	65.57	721.26
Sistema de tuberías para desagüe	Puntos	14	71.24	997.33
COSTO INSTALACIONES CIVILES				1,718.59
INSTALACIONES ELECTRICAS				
Sistema eléctrico	Suma global			867.21
Sistema de iluminación	Suma global			336.10
COSTO INSTALACIONES ELECTRICAS				1,203.31
COSTO TOTAL US \$				12,686.57

Fuente: Cotización a proveedores

En la tabla 21, se presentan los resultados obtenidos del requerimiento de elementos de infraestructura del Laboratorio Metalúrgico, el cual comprende obras civiles, instalaciones civiles e instalaciones eléctricas. Esta inversión asciende a un total de US\$ 12,686.57 (sin IGV).

3.5. Distribución de los equipos en el laboratorio y análisis de los costos de inversión del proyecto.

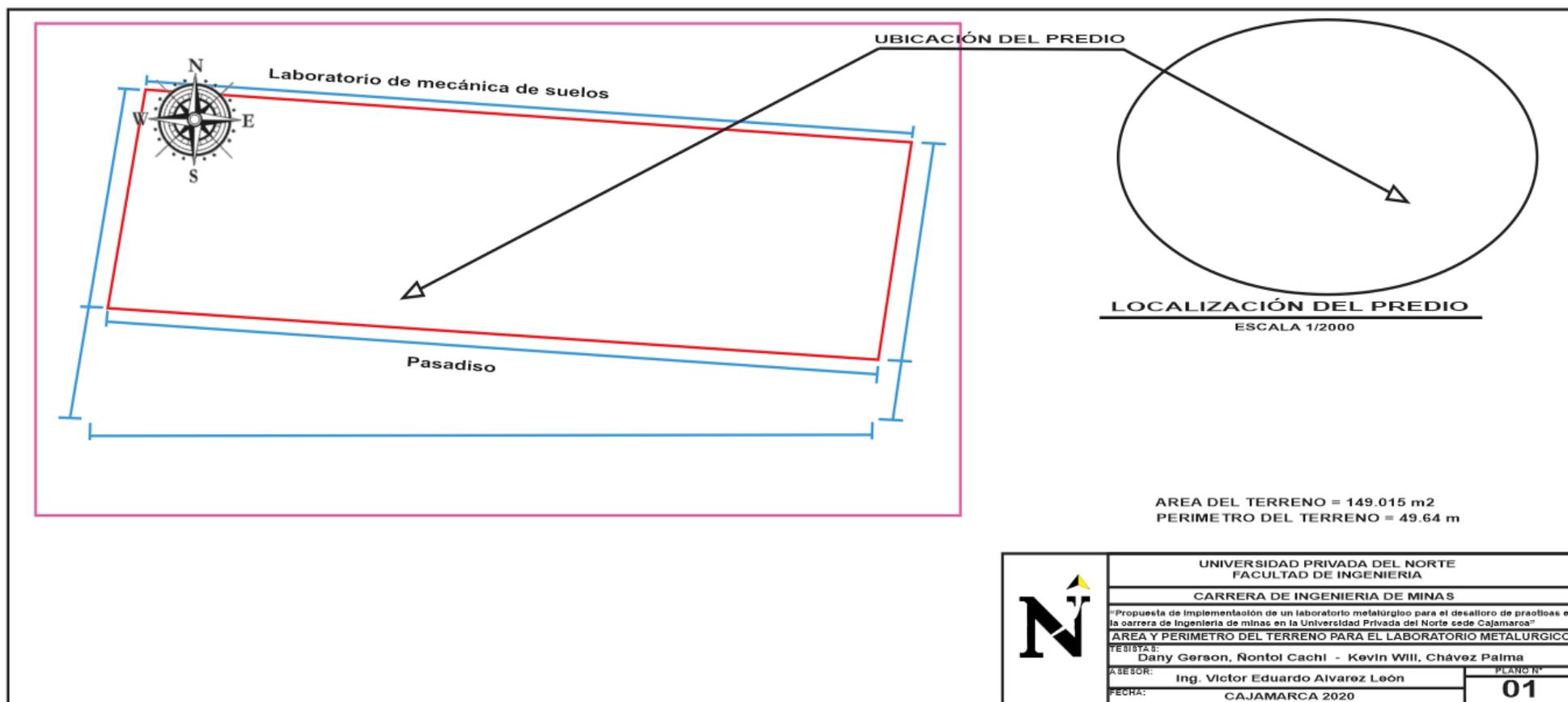


Figura 23: Levantamiento topográfico del área designada para el Laboratorio Metalúrgico.

Fuente: Resultados de mediciones del área para el laboratorio

El área para la construcción del laboratorio metalúrgico se ubica al costado derecho del laboratorio de suelos ingresando por el pabellón “D”. Consta de 12.60 m de largo y 5.40 m ancho, con un área del terreno de 149.015 m² y un perímetro de 49.64 m.

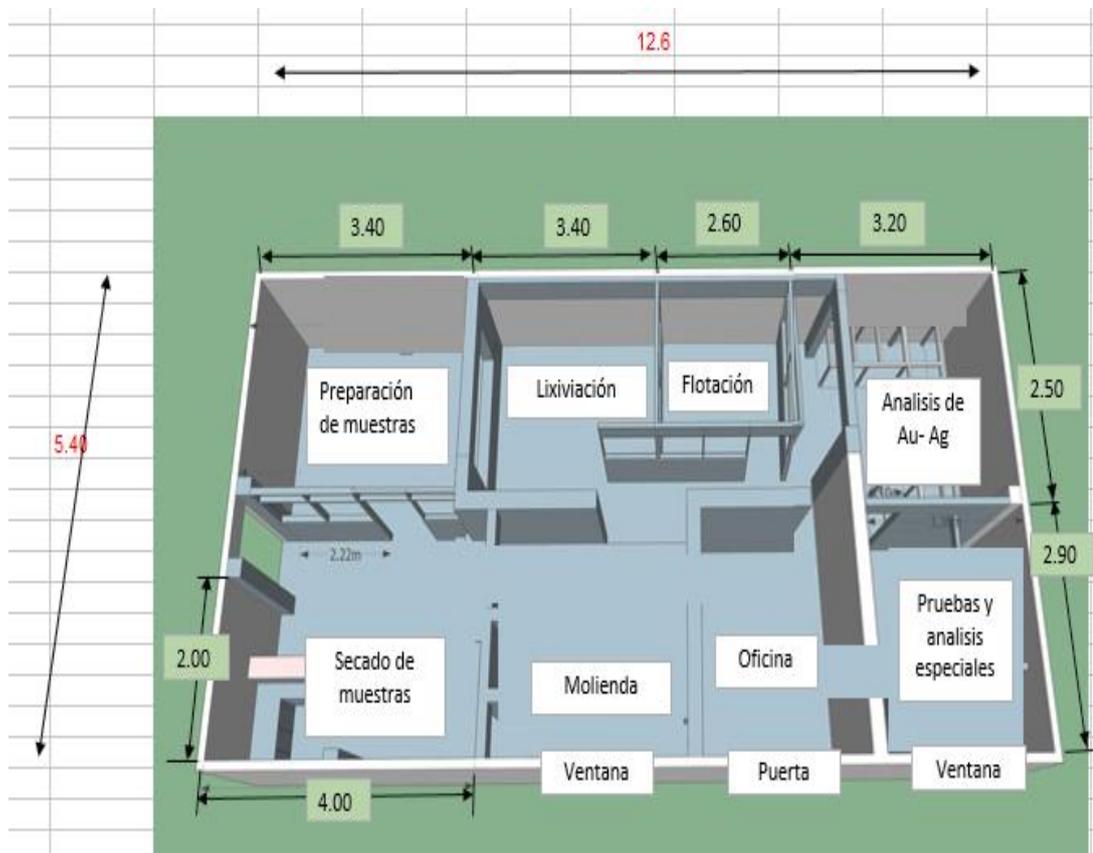


Figura 24: Distribución áreas en el laboratorio metalúrgico.

Fuente: Resultados de mediciones del área para el laboratorio

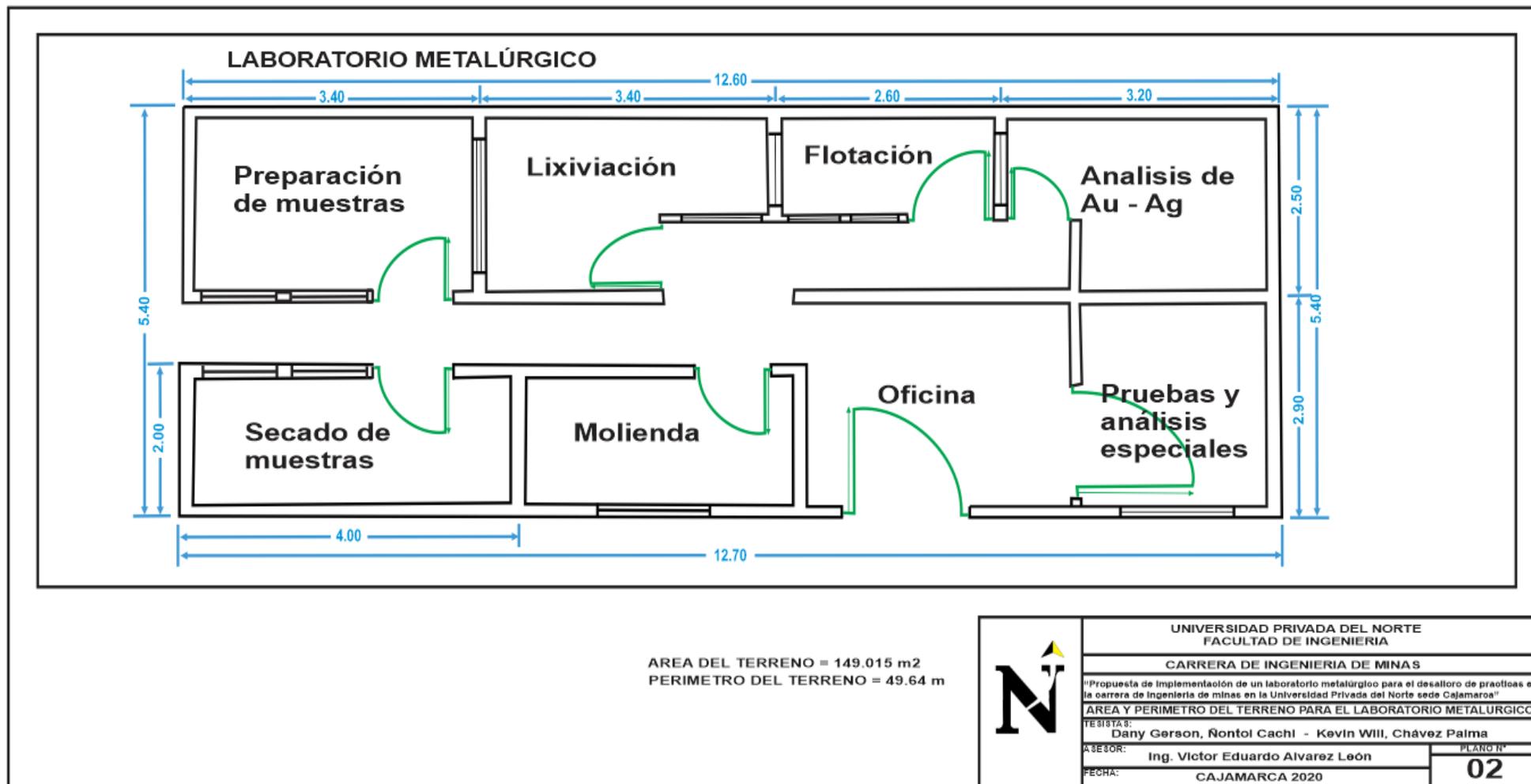


Figura 25: Distribución de los equipos en laboratorio.

Fuente: Resultados de mediciones del área para el laboratorio

El ingreso al laboratorio metalúrgico se realiza a través de puerta por oficina y por la puerta trasera donde ingresarán las muestras para procesarlas. El laboratorio consta de las siguientes infraestructuras; la primera es el área de Preparación de muestras donde las muestras sólidas o líquidas serán recepcionadas, codificadas para anotar el propietario de la muestra y determinar la asesoría de la práctica o investigación a realizar. La muestra sólida luego se traslada al área de secado y posteriormente la muestra será reducida de tamaño. En esta sección nos encontramos con equipos y maquinaria que generan mucho ruido y vibraciones en su funcionamiento (chancadora, pulverizadora, molino), por lo cual se encuentran cimentados y ubicados de manera secuencial haciendo más óptimo el proceso de reducción de tamaño. Las demás áreas son de lixiviación y flotación de minerales, análisis de Au-Ag, Pruebas y Análisis Especiales.

Tabla 22

Resumen de la inversión del proyecto

RESUMEN	TOTAL US\$ (SIN IGV)	%
Equipos	84,887.19	83.47
Materiales y reactivos	2747.23	2.70
Mobiliario	1382.07	1.36
Costo de inversión infraestructura y obras civiles	12,686.57	12.47
INVERSIÓN TOTAL SIN IGV IGV (18%)	101,703.06	100.00

Fuente: Cotización proveedores

En la tabla 22, se presentan el resumen de la inversión del proyecto para la propuesta de implementación del Laboratorio Metalúrgico, el cual asciende a un total de US\$ 120,009.61 (con IGV), del cual el 83.47 de la inversión lo constituyen los equipos para el servicio prestado para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes de Ing. de minas de la UPN.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

De los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Minas, todos están de acuerdo en que el uso de un laboratorio metalúrgico puede jugar un rol muy importante en el periodo de aprendizaje durante su formación profesional; más del 50% es consciente de la gran importancia que tiene realizar y conocer los distintos procesos que abarcan las pruebas metalúrgicas así como más del 50% de estudiantes nunca han realizado prácticas en laboratorio específicamente en el curso de concentración de materiales, lo cual indica un problema serio dentro del progreso correspondiente al rendimiento académico de todos los estudiantes de la carrera, un porcentaje mayor al 90% apoya la idea de la implementación con un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de minas, ya que contribuirá a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y un porcentaje mayor al del 60% de encuestados está interesado en desarrollar prácticas de los procesos metalúrgicos enfocados a la carrera tales como: flotación y lixiviación de minerales.

Las encuestas realizadas a los docentes de la carrera de Ingeniería de Minas nos permitieron obtener los siguientes resultados, se identificó que el 100% de docentes cree necesaria la implementación de más horas prácticas en laboratorio y piensa que al implementar un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de Minas se mejorara el aprendizaje de los estudiantes y con ello se incrementara el rendimiento académico. Un porcentaje mayor al 50% de encuestados utiliza los laboratorios para

complementar los temas dictados en clases, además el 100% asegura que contar con un laboratorio metalúrgico ayudara a eliminar algunas limitaciones económicas para los estudiantes y bachilleres que deseen realizar pruebas para futuros proyectos o tesis.

Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería de Minas, indican que contar con un laboratorio metalúrgico para el desarrollo de prácticas en la carrera complementaría el aprendizaje teórico y despertaría el interés de los estudiantes, estos resultados permiten apoyar lo señalado por López & Tamayo (2012) los cuales señalaron que “La actividad experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas, a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. Una clase teórica de ciencias, de la mano de la enseñanza experimental creativa y continua, puede aportar al desarrollo en los estudiantes de algunas de las habilidades que exige la construcción de conocimiento científico”.

Los resultados obtenidos de los servicios que prestaría el laboratorio metalúrgico, para dar soporte a la respuesta de la pregunta 5 de la encuesta a los estudiantes. Son 10 servicios prestados, desde la preparación de muestras para procesos, preparación de muestras para análisis químicos, molienda húmeda, flotación, cianuración, análisis de Au-Ag por ensayos al fuego y otras determinaciones químicas como gravedad específica, Humedad, pH, dureza del agua y tratamiento de aguas. Estos

resultados permiten apoyar lo señalado por Aguilera (2010), el cual en su trabajo de investigación “Plan para la gestión del laboratorio de concentración de minerales en la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar” en la República de Venezuela; concluye que, los servicios que prestará el laboratorio son preparación de muestras para procesos (secado, chancado, pulverizado, homogenizado y cuarteo), Humedad, análisis granulométrico, molienda, concentración gravimétrica, concentración por flotación, preparación de muestras geológicas (sección fina o delgada, corte de rocas normales, roca o sección pulida, pulverizado simple, densidad, preparación de muestras para análisis químico, cianuración, percolación, Sedimentación, filtración, precipitación, análisis de oro y plata por ensayos al fuego. Los ingresos que percibe el laboratorio son por conceptos de servicios a externos y para que el laboratorio no genere pérdidas económicas y pueda auto gestionarse, el número de servicios debe ser mayor o igual a 35 servicios anuales.

Es necesario tener definidos de forma clara los servicios que se desean prestar con la implementación de un laboratorio, en base a eso serán calculados los ingresos que se podrían percibir y determinar la factibilidad del proyecto tomando en cuenta los egresos y costos.

4.2 Conclusiones

Se concluye que la propuesta de implementación de un laboratorio metalúrgico, beneficiará de forma significativa el desarrollo de prácticas en la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, porque de acuerdo a su prueba de hipótesis realizada su “p” experimental es menor que el “p” estadístico (cuando $\alpha \leq 0.05$).

Se concluye que la percepción de los estudiantes, docentes y bachilleres de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca en relación a la implementación del laboratorio metalúrgico, es significativa, porque de acuerdo a su prueba de hipótesis realizada su “p” experimental es menor que el “p” estadístico (cuando $\alpha \leq 0.05$). Se evaluó la perspectiva de los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería y Minas mediante la aplicación de encuestas, de las cuales se identificó que un porcentaje mayor al 90% de estudiantes apoya la idea de la implementación con un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de minas, ya que contribuirá a mejorar el rendimiento académico y el 100% de docentes cree necesaria la implementación de más horas prácticas en laboratorio y piensa que al implementar un laboratorio metalúrgico para la carrera de Ingeniería de Minas se mejorara el aprendizaje de los estudiantes y con ello se incrementara el rendimiento académico.

Se estableció un total de 10 servicios que se prestarían, desde la preparación de muestras para procesos, preparación de muestras para análisis químicos, molienda húmeda, flotación, cianuración, análisis de Au-Ag por ensayos al fuego y otras

determinaciones químicas como gravedad específica, Humedad, pH, dureza del agua y tratamiento de aguas.

Se determinó el requerimiento de equipos sumando un total de 25 que abarcan una inversión de US\$ 84,887.19, no se ha incluido microscopios porque estos equipos ya los tiene el área de Geología, tampoco se ha incluido un equipo de adsorción atómica, porque ya se tiene en la Universidad. En el requerimiento de reactivos químicos del Laboratorio Metalúrgico, tanto para las pruebas de flotación, lixiviación de minerales y análisis de Au-Ag por fundición y copelación se empleará una inversión que asciende a un total de US\$ 2,747.23 y para el requerimiento de mobiliario del Laboratorio Metalúrgico, se calculó una inversión que asciende un total de US\$ 1,382.07. Por último, dentro del requerimiento de elementos de infraestructura del Laboratorio Metalúrgico, el cual comprende obras civiles, instalaciones civiles e instalaciones eléctricas la inversión asciende a un total de US\$ 12,686.57 todos los montos calculados sin tomar en cuenta el IGV.

Se estableció la distribución de los equipos en el laboratorio el cual constaría de las siguientes infraestructuras: la primera es el área de Preparación de muestras, área de secado (en esta sección nos encontramos con equipos y maquinaria que generan mucho ruido y vibraciones en su funcionamiento como la chancadora, pulverizadora, molino, etc.), por lo cual se encontrarán cimentados y ubicados de manera secuencial haciendo más óptimo el proceso, las demás áreas son de lixiviación y flotación de minerales, análisis de Au-Ag, Pruebas y Análisis Especiales.

REFERENCIAS

Aguilera, J. (2010). *“Plan para la gestión del laboratorio de concentración de minerales en la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar”*. (tesis pre grado). Universidad Católica Andrés Bello. Guayana, Venezuela.

Aguilar, L.; Cruz, L. & Cuchula, E. (2013). *“Propuesta de diseño para la implementación del laboratorio de Electrónica Médica”*. (tesis pre grado). Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.

Asamblea Nacional de Rectores. (2011). *“Ampliación de la infraestructura y equipamiento de laboratorios para la carrera profesional de Ingeniería metalúrgica de la UNSAAC-Cusco”*. Universidad Nacional San Antonio Abad. Cusco, Perú.

Buenaventura. (2020). “Proceso productivo de minera Yanacocha”, recuperado de:
www.buenaventura.com

Definición de la investigación Cuantitativa. Hernández, Fernández y Baptista (2014), recuperado de: <https://recursos.uco.mx/tesis/investigacion.php>

Definición de investigación Descriptiva. Mario Tamayo (2019), recuperado de:

https://trabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos_de_investigacion.pdf

Definición de investigación Aplicada (2018), recuperado de:

<http://www.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion-aplicada>

García, Fernando (2018). “*Propuesta técnica, procura, construcción y ampliación de planta ADR a 36,000 TMPD de la Empresa Minera Shahuindo S.A*”. (tesis pre grado). Escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Gold Fields. (2017). “*Proceso productivo de la unidad minera Cerro Corona*”, recuperado de: <https://www.goldfields.com.pe/operaciones.html>

Intriago, D. & Heredia, C. (2015). “*Estudio e implementación del laboratorio de física en el tópico de electromagnetismo para la formación científica y mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí*”. (tesis pre grado). Universidad Técnica de Manabí. Manabí, Ecuador.

López, A. & Tamayo, O. (2012). “*Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales*”. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, No. 1, Vol. 8, pp. 145-166. Manizales: Universidad de Caldas.

Minería & Energía (2018). “*Tantahuatay: Una mina que tiene éxito en Cajamarca*”. Reportaje de la Revista Internacional especializada en Minería y Energía.

Mosquera, D & Sacoto, E. (2011). “*Diseño de un laboratorio para el desarrollo de prácticas en las asignaturas de formación profesional para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca*”. (tesis pre grado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

Vargas, R. (2009). La Investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Vol. (33), p.161.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Cotización del agitador de botellas



COTIZACION N°: 043/17-01-2020

SEÑORES : DANNY ÑONTOL

KEVIN CHÁVEZ

REF : Cotización Agitador de Botellas

Estimados Señores:

Atendiendo a su solicitud, le hacemos llegar nuestra cotización como sigue:

ITEM	U.M	CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNIT.	P.TOTAL
01	UND	1	<p>AGITADOR DE BOTELLAS (2 NIVELES PARA 8 BOTELLAS)</p> <p>CARACTERISTICAS EQUIPO:</p> <p>.- Variador Velocidad 1 HP VFD007E21A DELTA configurado para motor 0.75 HP en 220 VAC. Rango Variación Velocidad 20 a 60 RPM</p> <p>.- MOTOREDUCTOR DE ENGRANAJES HELICOIDALES 0.75 HP, 60 RPM SALIDA TRABAJO HORIZONTAL.</p> <p>CARACTERISTICAS MOTOR TRIFASICO</p> <p>Marca EPLI, 1800 RPM/ 220/380/440/60 HZ PROTECCION IP54, Aislamiento clase F</p> <p>CARACTERISTICAS DEL REDUCTOR</p> <p>Marca MOTOVARIO /Engranaje Helicoidal Relación : 29.89 - Lubricación : Aceite Diámetro de eje 30 mm / Factor Serv: 1.5</p> <p>.-BASE METALICA DEL AGITADOR en ángulo de 2" x2" x 3/16" (1x 0,6 x 0,9) mt</p> <p>Rodillos de Fe/N, vulcanizado de jebe esp. 3mm, Guardas Protección Moto reductor. Sistema de transmisión de movimiento</p>		

Of. Principal: Av. El Ángel Mza. A Lot. # 20 Laredo-TRUJILLO

Sucursal : Av. Carlos Izaguirre, Mza. C Lot # 29, San Martín de Porres - LIMA

e-mail : mavrai_ing@hotmail.com

americob5867@hotmail.com www.mavraing.blogspot.com

Telefono : 044 445190 / 044 342196

Celular : 971 507 3



			por CADENAS.	2,250.00	
				SUB TOTAL	2,250.00
				IGV (18%)	405.00
				TOTAL	
				Dólares	2,655.00

Condiciones de Pago:

Para inicio de Trabajos : 60 % del Total

Al Término y entrega de Equipo: 40 % Restante.

De ser favorecidos en este Proyecto, agradecería, me proporcionen información Preliminar sobre alguna característica en especial.

ANEXO n.º 2. Cotización tamices y agitador magnético con calefacción



Lima, 20 de Febrero del 2020

MDH

Asunto : Cotización
Atm. : Sr. Danny Nontol
Ref. : Petición x e-mail

QUIMICA LABORATORIOS SAC
RUC : 20492842339
Tel./fax: (51 - 1) 522 6572
Cel. : (51 - 1) 980 031179

ventas@quimicalaboratorios.com
www.quimicalaboratorios.com

Cot. N° 006801

CONTACTO: CARLOS GARCIA

It.	Cód.	Descripción	Cant.	S/. PU	S/. PT
1	KYPZ0200-0075	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 200	1	298.60	298.60
					
2	KYPZ0100-0150	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 100	1	298.60	298.60
3	KYPZ0060-0250	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 60	1	298.60	298.60
4	KYPZ0040-0425	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 40	1	298.60	298.60
5	KYPZ0020-0850	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 20	1	298.60	298.60
6	KYPZ0010-2000	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 10	1	298.60	298.60
7	KYPZ0008-0236	TAMIZ 20 CM DIAMETRO ACERO/ACERO ASTM E11 Certificado de producto bajo la norma ASTM E 11 Malla 08	1	298.60	298.60
8	PZFTT00-T008	TAPA PARA TAMIZ ACERO 8"	1	189.00	189.00
				TOTAL S/.	2279.20

Precios : En NUEVOS SOLES S/. NO INCLUYE IGV18%
Forma de pago : DEPOSITO EN NUESTRA CUENTA, ADELANTADO.
Vigencia : 07 días, y/o hasta agotar stock. Reconfirmar stock, previo a su O/C
Atención : 03 DIAS LUEGO DE RECIBIDA O/C Y DEPOSITO.

CUENTA CORRIENTE MN S/., SCOTIABANK : 000 6602851
CODIGO CUENTA INTERBANC. MN S/., SCOTIABANK : 009-067-000006602851-05

La atención de los MATERIALES DE IMPORTACION están sujetos a la DISPONIBILIDAD DEL FABRICANTE. El DESPACHO es en la ciudad de LIMA CENTRO, libre de costo para compras superiores a S/ 600.00. Montos menores deberán ser RECOGIDOS EN NUESTROS ALMACENES o pagar adicional GASTOS DE MOVILIDAD LOCAL S/ 35.00+IGV18%. Para DESPACHOS A PROVINCIA indicar la EMPRESA DE TRANSPORTE DE SU PREFERENCIA, pues la MERCADERÍA VIAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL CLIENTE, SIN DECLARAR Y SIN SEGURO; a menos que el CLIENTE EXPRESE POR ESCRITO LO CONTRARIO. Algunas empresas de transporte interprovincial exigen firmar documentos donde se DECLARA NO CONTIENE MATERIAL DE VIDRIO, cuando la mercancía es material de vidrio; también exigen DECLARAR QUE EL ENVIO NO CONTIENE MERCANCIA CON VALOR MAYOR A SU RESPONSABILIDAD POR PERDIDA O DETERIORO, cuando en verdad la mercancía que se envía tiene un valor mucho mayor. Si el cliente NO DESEA QUE FIRMEMOS ESTAS DECLARACIONES CONTRADICTORIAS DEBERÁ EXPRESARLO POR ESCRITO, en caso contrario consideramos que nos están autorizando a firmarlas y aceptando esas condiciones de envío. Una vez salida la mercadería NO SE ACEPTAN CAMBIOS NI DEVOLUCIONES.





Lima, 20 de Febrero del 2020

MDH

Asunto : Cotización
Atn. : Sr. Danny Ñontol
Ref. : Petición x e-mail

QUIMICA LABORATORIOS SAC
RUC : 20492842339
Tel./fax: (51 - 1) 522 6572
Cel. : (51 - 1) 980 031179

ventas@quimicalaboratorios.com
www.quimicalaboratorios.com

Cot. N° 006801

CONTACTO: CARLOS GARCIA

It.	Cód.	Descripción	Cant.	S/. PU	S/. PT
9	EM61301001-1	AGITADOR MAGNETICO CON CALEFACCION Plataforma: Cerámica blanca: Ø 135 mm. Rango de Velocidad Electrónica: 100 a 1500 RPM Rango de Temp.: T° Amb. a 280°C (Tecnología PID) Volumen de agitación: Hasta 3 L Display LED Advertencia peligro "HOT" en el display cuando la T° está sobre 50°C Protección contra sobrecalentamiento, T° sobre 320°C Incluye sensor de temperatura y magneto. Importado - Alemania	1	1960.00	1960.00
					
				TOTAL S/.	1960.00

Precios : En NUEVOS SOLES S/. **NO INCLUYE IGV18%**
Forma de pago : DEPOSITO EN NUESTRA CUENTA, ADELANTADO.
Vigencia : 07 días, y/o hasta agotar stock. Reconfirmar stock, previo a su O/C
Atención : 03 DIAS LUEGO DE RECIBIDA O/C Y DEPOSITO.

CUENTA CORRIENTE MN S/., SCOTIABANK : 000 6602851
CODIGO CUENTA INTERBANC. MN S/., SCOTIABANK : 009-067-000006602851-05

La atención de los MATERIALES DE IMPORTACION están sujetos a la DISPONIBILIDAD DEL FABRICANTE. El DESPACHO es en la ciudad de LIMA CENTRO, libre de costo para compras superiores a S/ 600.00. Montos menores deberán ser RECOGIDOS EN NUESTROS ALMACENES o pagar adicional GASTOS DE MOVILIDAD LOCAL S/ 35.00+IGV18%. Para DESPACHOS A PROVINCIA indicar la EMPRESA DE TRANSPORTE DE SU PREFERENCIA, pues la MERCADERIA VIAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL CLIENTE, SIN DECLARAR Y SIN SEGURO; a menos que el CLIENTE EXPRESE POR ESCRITO LO CONTRARIO. Algunas empresas de transporte interprovincial exigen firmar documentos donde se DECLARA NO CONTIENE MATERIAL DE VIDRIO, cuando la mercancía es material de vidrio; también exigen DECLARAR QUE EL ENVIO NO CONTIENE MERCANCIA CON VALOR MAYOR A SU RESPONSABILIDAD POR PERDIDA O DETERIORO, cuando en verdad la mercancía que se envía tiene un valor mucho mayor. Si el cliente NO DESEA QUE FIRMEMOS ESTAS DECLARACIONES CONTRADICTORIAS DEBERÁ EXPRESARLO POR ESCRITO, en caso contrario consideramos que nos están autorizando a firmarlas y aceptando esas condiciones de envío. Una vez salida la mercadería NO SE ACEPTAN CAMBIOS NI DEVOLUCIONES.



ANEXO n.º 3. Cotización tamices y Prueba de jarras



Señores: Kevin Chávez Palma
Atención: Sr. Danny Ñontol Cachi

Fecha: 24/04/20
Válido hasta: 24/05/20
Contacto: Gladys Puga
Celular: 994 081 912 - email: gladys@cimatec.com.pe



Solicitud:

			UM	Cantidad	Precio	Impuesto	Total
Por medio de la presente tenemos el agrado de ofrecerles lo siguiente:							
Código	Descripción						
KR-0077	TAMIZ ASTM E11 100x40mm, MALLA 200 (75 µm) RESTCH		PZA	1	SOL 460.00	SOL 82.80	SOL 542.80
KR-0081	TAMIZ ASTM E11 100x40mm, MALLA 100 (150 µm) RESTCH		PZA	1	SOL 460.00	SOL 82.80	SOL 542.80
KR-0084	TAMIZ ASTM E11 100x40mm, MALLA 60 (250 µm) RESTCH		PZA	1	SOL 460.00	SOL 82.80	SOL 542.80
KR-0087	TAMIZ ASTM E11 100x40mm, MALLA 40 (425 µm) RESTCH		PZA	1	SOL 460.00	SOL 82.80	SOL 542.80
KR-0091	TAMIZ ASTM E11 100x40mm, MALLA 20 (850 µm) RESTCH		PZA	1	SOL 505.13	SOL 90.92	SOL 596.05
KR-9999	TAMIZ ASTM E11 100x40mm MALLA 10 (2.00 UM) RESTCH		UND	1	SOL 505.13	SOL 90.92	SOL 596.05
KR-0059	FONDO PARA TAMICES DE 8 DIA. RETSCH ALEMANIA		PZA	1	SOL 228.00	SOL 41.04	SOL 269.04
KR-0065	TAPA PARA TAMICES DE 8 DIA. RETSCH ALEMANIA		PZA	1	SOL 195.00	SOL 35.10	SOL 230.10
LB-99990	EQUIPO DE PRUEBA DE JARRAS ET730 PORTATIL "LOVIBOND" ALEM		PZA	1	SOL 8,485.56	SOL 1,527.40	SOL 10,012.96
DATOS GENERALES El aparato se ha concebido para diferentes aplicaciones, por ejemplo para determinar la eficacia de floculantes o agentes precipitantes. El Flocc-Tester ET 730 con 4 zonas agitadoras esta concebido para el uso móvil. Los 4 agitadores están colocados alrededor de una lámpara, haciendo la observación de floculación mas sencilla. Las técnicas modernas garantizan una gran comodidad de manejo sin mantenimiento. Las principales características del Flor-Tester de laboratorio son la regulación continua de la velocidad de agitación, visualización digital de la velocidad de agitación, reloj temporizador, panel de fondo iluminado y paletas agitadoras regulables en altura durante su funcionamiento.							
APLICACIONES Fabricantes de productos de floculación Depuradoras Laboratorios de análisis de agua Centros de investigación							

Código	Descripción	UM	Cantidad	Precio	Impuesto	Total
Universidades						
	<p>ESPECIFICACIONES TECNICAS Numero de posiciones: 4 Control de velocidad: 20,40,50, 100 y 120 RPM Temporizador: 0-30 minutos (continuamente) Alimentación eléctrica: 100V -240V / 50-60Hz Peso: aprox. 4,8 Kg Medidas: 250L x 320P x 250H mm Conformidad CE</p> <p>Incluye 4 vasos de 1L</p>					
TOTAL OFERTADO INCLUIDO IMPUESTOS:						SOL 13,875.41

"ESTE PRESUPUESTO PUEDE SUFRIR VARIACIÓN EN SUS PRECIOS SIN PREVIO AVISO"

CONDICIONES GENERALES

PLAZO DE ENTREGA : 1AL6 Apro. 4-6 sem. saldo inmediata

CONDICIONES DE PAGO: Factura a 30 Días

GARANTIA: 12 Meses contados a partir de la fecha de entrega del producto, por defecto de fábrica, siempre y cuando haya sido expuesto al uso común al cual fue destinado.

SERVICIO TECNICO: Instalación y puesta en marcha de los equipos, así como suministro normal de repuestos.

ASESORAMIENTO: Adiestramiento de su personal en el manejo de los equipos.

NOTA IMPORTANTE: Las cantidades ofertadas corresponden a lo solicitado y/o a nuestra existencia. Antes de emitir su orden de compra agradeceremos RECONFIRMAR las cantidades adjudicadas para poder reservar la mercadería y atender la orden a su entera satisfacción.

Esperando ser favorecidos con su estimada Orden de Compra quedamos de ustedes,

Atentamente,

CIMATEC S.A.C.
GLADYS PUGA MIRANDA
REP. DE VENTAS
RPC 994081912

ANEXO n.º 4. Cotización de pruebas metalúrgicas de flotación en Laboratorios particulares

	Cotizaciones Lab Perú Minerals S.R.L.	Código:	FLP-072
		Versión:	00
		Fecha:	21-10-2019

COTIZACIÓN N° 014 - LMP - 2020

Trujillo, jueves, 6 de Agosto de 2020

Señores: Empresa Minera Cajamarca SAC
Atención: Ing. Víctor Alvarez

Estimados Señores:

Nos es grato dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y a la vez hacerle llegar nuestra cotización de acuerdo con su solicitud de Cotización para una prueba metalúrgica de Flotación diferencial

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	V.V. UNITARIO	V.V. TOTAL
1	Prueba de flotación diferencial Pb,Ag – Zn Incluye: - Curva de molienda(60%-#200) - Análisis químico de mineral de cabeza por: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb. - Análisis químico de los productos de flotación: concentrado Pb-Ag (rougher, scavenger, cleaner), Concentrado Zn (rougher, scavenger, cleaner) y colas. A todos los productos por los elementos (Pb-Ag-Zn) Se solicita de 15-20 Kg de mineral.	1	1500	1,500.00
TOTAL				1,500.00

***Los precios incluyen IGV**

CONDICIONES DE SERVICIO:

◆ El informe será emitido a los 8 días hábiles después de recepcionada la muestra en nuestra oficina y/o laboratorio.

Nuestro horario de atención:

- Oficina ubicada en la Avenida América Sur N°482 (Frente al mercado La Noria):
Lunes a sábado de 08:00 am a 05:00 pm, en horario corrido.

LAPROMIN

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO

Trujillo, 03 de Agosto 2020

Señores: Empresa Minera Cajamarca SAC

Atención: Ing. Víctor Alvarez

Asunto: Cotización de prueba metalúrgica de Flotación diferencial

COTIZACIÓN N° 15

Item	Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
1	<p>Pruebas de flotación diferencial Pb,Ag – Zn.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curva de molienda (60%-#200). - Análisis químico de mineral de cabeza por: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb. - Análisis químico de los productos de flotación: concentrado Pb-Ag (rougher, scavenger, cleaner), Concentrado Zn (rougher, scavenger, cleaner) y colas. A todos los productos por los elementos (Pb-Ag-Zn). - Tiempo de flotación rougher (5 minutos), flotación scavenger (3 minutos), flotación cleaner (2 minutos). <p>Se requiere: 15 Kg de mineral.</p>	1	1150.00	1150.00

Precio: 1150.00

IGV(18%): 207.00

Total: 1357.00

Condiciones:

RUC.: 20606208210

Deposito del 50% al inicio de pruebas y la diferencia al término.

Cta. BCP Ahorros, Juan Vega González N° 57015672515077

CCI: 002570115672515077044

Tiempo de entrega: 7 días hábiles.

Validez de cotización: 15 días

Juan Vega G.
Ing. Metalurgista
CIP 79515