

Diseño de portafolio de servicios tecnológicos para la Escuela de Geología en la Universidad

Industrial de Santander

Laura Alejandra Arévalo Sánchez y José Daniel Quintero Sarmiento

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Industriales

Directora

Leidy Johana Cárdenas Solano

Magister en Ingeniería Industrial

Tutor

Carlos Alberto Rios Reyes

PhD en Ciencias Aplicadas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2022

Tabla de Contenido

Introducción	9
1. Generalidades del Proyecto.....	11
1.1 Planteamiento del Problema	11
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo General	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2.3 Cumplimiento de los objetivos	15
2. Generalidades de la Escuela.....	17
2.1 Presentación	17
2.2 Ubicación	18
2.3 Misión	19
2.4 Visión.....	19
2.5 Estructura Organizacional.....	19
3. Marco Teórico.....	20
3.1 Recursos.....	20
3.1.1 Recursos Tangibles	21
3.1.2 Recursos Intangibles o Capital Intelectual.....	21
3.2 Capacidades	22
3.2.1 Clasificación o Jerarquización de las Capacidades.....	23
3.3 Análisis VRIO.....	26
3.4 Revisión del Enfoque Basado en los Recursos (RBV).	26
3.5 Extensión Universitaria.....	28
3.6 Portafolio de Servicios	29
4. Metodología	31
5. Análisis Interno.....	33
5.1 Metodología Diagnóstico.....	34
5.2 Diagnóstico Inicial	35
5.2.1 Identificación y Clasificación.	35

5.2.2 Evaluación de Recursos y Capacidades	43
5.2.3 Análisis de Resultados	47
5.3 Conclusión del Diagnostico	56
6. Análisis Externo.....	57
6.1 Análisis de contenidos Web.....	58
6.1.1 Formulación de la pregunta de investigación y/o hipótesis.	58
6.1.2 Selección de la muestra.....	59
6.1.3 Definir Categorías	61
6.1.4 Verificación de Habilidades de Codificación	61
6.1.5 Análisis e interpretación de datos	62
6.2 Entrevistas Semi-Estructuradas	76
6.2.1 Diseño de la entrevista.....	77
6.2.2 Análisis de Resultados	78
6.3 Análisis de Otras Universidades y Organizaciones	87
6.3.1 Metodología Benchmarking.....	88
6.3.2 Resultados	93
6.3.3 Análisis de Resultados	125
6.4 Conclusiones del Análisis Externo	130
6.4.1 Sectores y Requerimientos.....	130
6.4.2 Portafolio de servicios.....	132
7. Oportunidades de innovación.	133
7.1 Metodología Taller de Cocreación.....	134
7.2 Resultados	138
8. Elaboración de la Propuesta del Portafolio de Servicios.	141
8.2 Estructura del Portafolio	141
9. Presentación de la Propuesta del Portafolio y Recomendaciones.	143
9.1 Recomendaciones Orientadas a Ofrecer Servicios Tecnológicos del Portafolio.....	144
10. Conclusiones.....	145
11. Recomendaciones	147
Referencias Bibliográficas	149

Lista de Tablas

Tabla 1 Cumplimiento de los objetivos	15
Tabla 2 Variables capacidad de aprendizaje	43
Tabla 3 Escala de evaluación de capacidades	46
Tabla 4 Formato evaluación capacidad de aprendizaje	47
Tabla 5 Resultados puntaje recursos T1	50
Tabla 6 Resultados por frecuencia de la evaluación capacidad de aprendizaje.....	52
Tabla 7 Calificación ponderada en la capacidad de aprendizaje	54
Tabla 8 Clasificación general por categoría de capacidades.	56
Tabla 9 Ecuaciones de búsqueda	59
Tabla 10 Protocolo de selección	60
Tabla 11 Resultado ecuación de búsqueda	62
Tabla 12 Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web	68
Tabla 13 Protocolo de selección benchmarking	92
Tabla 14. Áreas de investigación de las universidades colombianas.....	93
Tabla 15 Sectores y áreas de investigación en universidades colombianas.....	95
Tabla 16. Áreas de investigación de las universidades latinoamericanas.....	111
Tabla 17 Sectores y áreas de investigación en universidades latinoamericanas.....	113
Tabla 18 Áreas de investigación de las universidades no latinoamericanas.....	119
Tabla 19 Sectores y áreas de investigación universidades no latinoamericanas	120

Lista de Figuras

Figura 1 Estructura organizacional Escuela de Geología UIS	20
Figura 2 Clasificación de capacidades	24
Figura 3 Metodología del proyecto	31
Figura 4 Clasificación de recursos	36
Figura 5 Clasificación de capacidades	41
Figura 6 Composición de la generación de ventaja	49
Figura 7 Matriz tipo de ventaja competitiva	50
Figura 8 Matriz de tipo de ventaja grupo T1	51
Figura 9 Grafica de frecuencia en la calificación de la capacidad de aprendizaje	55
Figura 10 Ecuación A, búsqueda en español	63
Figura 11 Ecuación A, búsqueda en inglés	63
Figura 12 Ecuación B, búsqueda en español	64
Figura 13 Ecuación B, búsqueda en inglés	64
Figura 14 Sectores identificados por expertos	80
Figura 15 Cantidad de grupos por áreas de investigación	94
Figura 16 Cantidad total de servicios por área.....	100
Figura 17 Cantidad de universidades con servicios por área.....	100
Figura 18 Portal Web UPTC.....	103
Figura 19 Cantidad total de servicios por área.....	105
Figura 20 Cantidad de organizaciones con servicios por área.....	105
Figura 21 Portal Web Suelos y Pavimentos Gregorio Rojas & CIA LTDA	108
Figura 22 Cantidad de grupos por áreas de investigación	113
Figura 23 Portal Web UNAM.....	118
Figura 24 Cantidad de grupos por áreas de investigación	120
Figura 25 Portal Web Universidad de California, Berkeley (UCB)	124
Figura 26 Portal Web Universidad Harvard	125

Lista de Apéndices

Los Apéndices están adjuntos en una carpeta

- Apéndice A. Recursos Escuela de Geología.
- Apéndice B. Instrumento Evaluación Recursos.
- Apéndice C. Instrumento Evaluación Capacidades.
- Apéndice D. Respuestas Evaluación de Recursos.
- Apéndice E. Procesamiento de Datos Recursos.
- Apéndice F. Respuestas Evaluación de Capacidades.
- Apéndice G. Procesamiento de Datos Capacidades.
- Apéndice H. Recopilación de respuestas encuesta semiestructurada.
- Apéndice I. Universidades Nacionales.
- Apéndice J. Universidades Latinoamericanas.
- Apéndice K. Universidades no Latinoamericanas.
- Apéndice L. Portafolios de Universidades.
- Apéndice M. Presentación Taller Cocreación.
- Apéndice N. Resultados Taller de Cocreación
- Apéndice O. Actas de Reunión.
- Apéndice P. Portafolio de Servicios Escuela de Geología.

Resumen

Título: Diseño de portafolio de servicios tecnológicos para la Escuela de Geología en la Universidad Industrial de Santander. *

Autores: Laura Alejandra Arévalo Sánchez **

José Daniel Quintero Sarmiento **

Palabras clave: Portafolio de servicios, Servicios tecnológicos, Extensión, Geología, Laboratorios, Recursos, Capacidades, Universidades

Descripción:

La Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander en el marco del eje misional de extensión brinda actualmente servicios tecnológicos entendiéndose como los servicios de análisis, pruebas y ensayos de laboratorio, transferencia, innovación y desarrollo de procesos y productos, resultantes de las actividades de investigación y docencia, realizadas por las distintas unidades académicas y administrativas a organizaciones externas y a particulares, teniendo en cuenta esta premisa el presente proyecto desarrolla un portafolio de servicios diseñado de acuerdo a los recursos, las capacidades internas de la institución, las necesidades de los usuarios y tendencias del campo de las Geociencias donde se puede aportar soluciones a través de su actividad de extensión, para ello se realiza un análisis web, unas entrevistas semiestructuradas a expertos, un análisis a organizaciones similares y un de Taller de Co-creación con la que se obtienen oportunidades de innovación dentro de la gestión tecnológica y finalmente se presenta de forma clara y precisa cada uno de los servicios; promoviendo el desarrollo de la ventaja competitiva de la Escuela de Geología y su posicionamiento en el oriente colombiano, como líder en servicios tecnológicos al ser altamente competitiva a nivel nacional e internacional, logrando un alto impacto en el progreso de la Geociencias y siendo motor para el desarrollo de la sociedad en temas geológicos.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Leidy Johana Cardenas Solano, Ingeniera Industrial

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Leidy Johana Cardenas Solano, Ingeniera Industrial

Abstract

Title: Design of portfolio of technological services for the school of geology at the Industrial University of Santander.*

Author: Laura Alejandra Arévalo Sánchez**

José Daniel Quintero Sarmiento **

Keywords: Portfolio of services, Technological services, Extension, Geology, Laboratories, Resources, Capacities, Universities

Description:

The School of Geology of the Industrial University of Santander, within the framework of the extension missionary axis, currently provides technological services, understood as analysis services, tests and laboratory trials, transfer, innovation and development of processes and products, resulting from the activities of research and teaching, carried out by the different academic and administrative units to external organizations and individuals, taking into account this premise the present project develops a portfolio of services designed according to the resources, the internal capacities of the institution, the needs of the users and trends in the field of Geosciences where solutions can be provided through its extension activity, for which a web analysis is carried out, semi-structured interviews with experts, an analysis of similar organizations and a Co-creation Workshop with which opportunities for innovation are obtained within the technological management and finally each of the services is presented clearly and precisely; promoting the development of the competitive advantage of the School of Geology and its position in eastern Colombia, as a leader in technological services as it is highly competitive at a national and international level, achieving a high impact on the progress of Geosciences and being an engine for the development of society in geological issues.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Leidy Johana Cardenas Solano, Ingeniera Industrial

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Leidy Johana Cardenas Solano, Ingeniera Industrial

Introducción

Los Servicios tecnológicos tienen como objetivo fomentar la innovación, la creatividad, la productividad, la calidad, la gestión, la competitividad y el desarrollo científico y tecnológico en distintos sectores de la comunidad para cubrir la demanda real, en cuanto a servicios de información, asistencia y consultoría científica, técnica y tecnológica.(SENA, 2022)

En este sentido la prestación de servicios tecnológicos, además de ser fundamentales para el ejercicio científico, también son un factor clave en el nivel de desarrollo y la velocidad del avance, del mismo y de distintos sectores productivos y académicos, por lo cual, la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander brinda actualmente algunos servicios tecnológicos en el campo de las geociencias, mediante dos de sus laboratorios, uno ubicado en el campo principal y el otro en el parque tecnológico de Guatiguará.

Estos servicios tecnológicos son también brindados a organizaciones externas y a particulares, en el marco del eje misional de extensión, la cual es reconocida como uno de los tres ejes misionales de la Universidad Industrial de Santander en su plan de desarrollo y proyecto institucional, con el fin de permitir su adecuada integración con la docencia y la investigación, de tal forma que la universidad se posea al frente en el análisis y solución de los ejes problemáticos del desarrollo regional y nacional. La extensión se desarrolla mediante diversas modalidades o campos de realización, entre los cuales se encuentran los servicios tecnológicos, entendiéndose como los servicios de análisis, pruebas y ensayos de laboratorio, transferencia, innovación y desarrollo de procesos y productos, resultantes de las actividades de investigación y docencia, realizadas por las distintas unidades académicas y administrativas (UIS, 2005)

Para tener un mayor impacto en la consecución de estos objetivos, los servicios tecnológicos pueden ser ofertados a los clientes mediante un portafolio de servicio, el cual, al ser diseñado de acuerdo con las necesidades de los usuarios, facilita la presentación clara y precisa de cada uno de los servicios, comunicando tanto su valor individual como grupal para el cliente. Por todo esto, es necesario que la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander diseñe un portafolio de servicios que se adecue tanto a las capacidades internas como a las necesidades y tendencias del campo de las Geociencias generando un valor importante para ellas, siendo este el objetivo del presente trabajo de grado.

En este documento se presenta un portafolio de servicios tecnológicos para la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander como resultado de un diagnóstico inicial, presentado en el capítulo 5, un análisis externo, capítulo 6, y la identificación de oportunidades de innovación, capítulo 7; la elaboración de la propuesta inicial y una propuesta final del portafolio se muestran en los capítulos 8 y 9. Además en el presente documento también se exponen el planteamiento del problema y los objetivos del proyecto, capítulo 1, el marco teórico y la metodología, capítulos 3 y 4, finalmente se presenta los resultados, conclusiones, recomendaciones y la bibliografía del proyecto.

1. Generalidades del Proyecto

En este Capítulo se expone la problemática identificada en los Servicios tecnológicos de la Escuela de Geología UIS y se plantean unos objetivos para abordar estos problemas cuya ejecución se resume en la Tabla 1.

1.1 Planteamiento del Problema

Un servicio es el resultado de una actividad o serie de actividades de naturaleza más o menos intangible, que hace parte de un intercambio entre un proveedor y un cliente, donde el objeto de la transacción es un bien intangible (Comerio et al., 2015). En estos términos, el diseño de un conjunto de servicios que obedezcan a la visión estratégica de una organización, a sus objetivos y a las necesidades cambiantes del entorno, portafolio de servicios, promueve la creación y aumento del valor, en comparación con solo ofrecer los servicios individuales (Herdiyant & Sarno, 2010); así, un servicio representa una función comercial específica, mientras que un portafolio contiene servicios organizados para obtener una ventaja competitiva (Herdiyant & Sarno, 2010).

En el sector educativo, las instituciones de educación superior en su proceso formativo dinamizador de los vínculos universidad-sociedad incluyen la extensión universitaria, proceso de comunicación entre la universidad y la sociedad basado en el conocimiento científico, tecnológico, cultural, humanístico, en la institución y en su capacidad de formación educativa con plena conciencia de su función social (Silva Arocha et al., 2021), dicha vinculación, entre otros, se ha realizado a través de la prestación de servicios profesionales a varias organizaciones, generalmente con base en contratos o convenios, involucrando, la gestión, la transmisión del conocimiento y de

la tecnología, innovaciones tecnológicas, transferencia y administración de tecnología (Rosales Estrada et al., n.d.). En este sentido, la creación de ventaja competitiva en el ejercicio de la extensión universitaria mediante la prestación de servicios profesionales a organizaciones requiere el diseño de portafolio de servicios.

En estos términos, las principales universidades alrededor del mundo, según, El 2021 Global Ranking of Academic Subjects, en el área de la geociencias, entre ellas, University of Colorado at Boulder (EEUU); California Institute of Technology (EEUU); Columbia University (EEUU), University of California, San Diego (EEUU); Massachusetts Institute of Technology, MIT (EEUU); University of California, Berkeley (EEUU); University of Cambridge (Inglaterra); ETH Zurich (Suiza); Sorbonne University (Francia); Utrecht University (Países Bajos); University of Copenhagen (Dinamarca), en su página web del programa de Ciencias de la Tierra o Geociencias, disponen de unidades de servicio de extensión universitaria en las cuales se describen las áreas de estudio, la clasificación de los laboratorios y sus ejes misionales, la identificación y descripción de los equipos utilizados; sin embargo, entre ellas resalta la University of California, Berkeley (EEUU), la cual además presenta el portafolio de servicios para el laboratorio del programa Earth and Planetary Science, el cual incluye una breve descripción de cada servicio, el valor por la prestación de este y señala los equipos a utilizar. A nivel nacional, se destaca la Universidad Nacional de Colombia, en cuyo portal web se encuentran los portafolios de servicios tecnológicos, es decir, servicios prestados por diversos laboratorios, entre ellos, los laboratorios de Geociencias, donde se incluyen los servicios disponibles, una breve descripción y un rango de precios para cada servicio.

Para la Universidad Industrial de Santander la extensión universitaria no es un término ajeno, la reconoce como uno de sus tres ejes misionales, donde las distintas unidades académicas

y administrativas de la institución promueven la oferta de servicios y desarrollo de proyectos fundamentalmente en aquellos campos en los que tengan fortalezas reconocidas, alianzas establecidas o un potencial cuantificable, y que respondan a necesidades identificadas de entidades públicas y privadas (UIS, 2005). En este contexto, la extensión es una actividad sustantiva de la universidad por medio de la cual se establece un proceso de integración e interacción con la sociedad sobre la base de un alto ejercicio de responsabilidad ética y social en la definición, jerarquización y formulación de alternativas a los problemas del desarrollo local, regional y nacional, logrando la transformación y desarrollo de las mismas (UIS, 2005). Concretamente, la Escuela de Geología actualmente administra este proceso misional ofreciendo entre otras cosas, servicios tecnológicos en el área de la Geociencias a través de dos (2) de sus ocho (8) laboratorios, los cuales son listados en la página web de la Universidad: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoQuimicas/escuelas/geologia/portafolioServicios.html>, especificando solo el nombre del servicio sin información adicional, y dispone en su portal web (<http://geologia.uis.edu.co/eisi>) la información de sus diferentes laboratorios y equipos.

Al contrastar la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander con el programa de Geociencias o Ciencias de la Tierra de las universidades analizadas anteriormente, en términos de extensión universitaria, se observa que de manera similar a la mayoría de estas, el portal web contiene información sobre la prestación de servicios tecnológicos, sin embargo, no relaciona ningún portafolio, instrumento para el desarrollo de ventajas competitivas que se identifica en solo dos de las universidades estudiadas (University of California, Berkeley, y la Universidad Nacional de Colombia). Por lo tanto, tomando como base dichas universidades destacadas, se identifica la necesidad de realizar el diseño del portafolio de servicios tecnológicos

para la Escuela de Geología, UIS, basado en sus capacidades internas, las necesidades del entorno y la proyección de las tendencias de las Geociencias; promoviendo el desarrollo de la ventaja competitiva de la Escuela de Geología y su posicionamiento en el oriente colombiano, como líder en servicios tecnológicos y ser altamente competitiva a nivel nacional e internacional, logrando un alto impacto en el progreso de la Geociencias y siendo motor para el desarrollo de la sociedad en temas geológicos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar un portafolio de servicios tecnológicos para la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander

1.2.2 Objetivos Específicos

Identificar las capacidades de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander en términos de servicios tecnológicos.

Identificar los sectores y sus requerimientos en los cuales la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander puede aportar soluciones a través de su actividad de extensión.

Identificar las oportunidades de innovación dentro de la gestión tecnológica de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander que aporten en mayor medida a los requerimientos de los sectores y se alineen con las capacidades de la Escuela previamente identificadas.

Proponer los servicios tecnológicos posibles a ofrecer por la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander que surgen como respuesta a las oportunidades y capacidades de la Escuela identificadas anteriormente.

Elaborar recomendaciones necesarias para que la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander pueda ofrecer los servicios tecnológicos del portafolio diseñado.

1.2.3 Cumplimiento de los objetivos

En la Tabla 1 se evidencia el cumplimiento de objetivos y su lugar en el presente trabajo.

Tabla 1

Cumplimiento de los objetivos

Cumplimiento de objetivos	
Objetivos	Evidencia del logro
Identificar las capacidades de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander en términos de servicios tecnológicos.	Capítulo 5
Identificar los sectores y sus requerimientos en los cuales la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander puede aportar soluciones a través de su actividad de extensión.	Capítulo 6

Continuación Tabla 1*Cumplimiento de los objetivos*

Cumplimiento de objetivos

Identificar las oportunidades de innovación dentro de la gestión tecnológica de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander que aporten en mayor medida a los requerimientos de los sectores y se alineen con las capacidades de la Escuela previamente identificadas.

Capítulo 7

Proponer los servicios tecnológicos posibles a ofrecer por la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander que surgen como respuesta a las oportunidades y capacidades de la Escuela identificadas anteriormente.

Capítulo 8

Elaborar recomendaciones necesarias para que la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander pueda ofrecer los servicios tecnológicos del portafolio diseñado.

Capítulo 9

2. Generalidades de la Escuela

2.1 Presentación

La Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander hace la siguiente presentación en su página web:

“La Escuela de Geología es una unidad con autonomía académica y administrativa adscrita a la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas de la Universidad Industrial de Santander. En sintonía con la Misión Institucional, la Escuela de Geología tiene como propósito fundamental la formación integral de personas que actúen según principios éticos universalmente aceptados, de alta calidad ciudadana y comprometidos con el desarrollo regional y nacional, así como la generación y transferencia del conocimiento en el campo de las geociencias, fomentando la interacción con el medio externo para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad (...) Partiendo desde la perspectiva de la Universidad frente a la sociedad, la Escuela de Geología da respuesta a los retos y necesidades del país a partir de sus tres ejes misionales de docencia, investigación y extensión. Para dar cumplimiento a lo anterior, la Escuela de Geología ofrece a la comunidad académica los programas de Pregrado en Geología, y Maestría en Geología (investigación) y Maestría en Geofísica (investigación).”(UIS, 2021)

“La Escuela de Geología lleva a cabo la generación y transferencia de conocimiento con el fin de comprender el origen y la evolución de la Tierra razonándola como un sistema

abierto y constituida por subsistemas que producen materia y energía todo lo cual se caracteriza conformando recursos naturales que pueden ser aprovechados racional y armónicamente con el medio ambiente, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la sociedad.”(UIS, 2021)

También es importante resaltar que la Escuela de Geología ha obtenido los siguientes reconocimientos:

- Otorgamiento del Registro Calificado al programa de Geología según Resolución N° 09222 de junio 07 de 2018 del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

- Acreditación como Programa de Alta Calidad, Geología, según Resolución N° 573 del 22 de enero de 2018 del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

- Otorgamiento del Registro Calificado al programa de Maestría en Geología según Resolución N° 19802 de diciembre 31 de 2014 del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

- Otorgamiento del Registro Calificado al programa de Maestría en Geofísica según Resolución N° 13646 de diciembre 10 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

2.2 Ubicación

Las instalaciones de Escuela de Geología se encuentran dentro del campus universitario de la Universidad Industrial de Santander, ubicada en la Carrera 27 con Calle 9 Ciudad Universitaria, Bucaramanga, Santander.

2.3 Misión

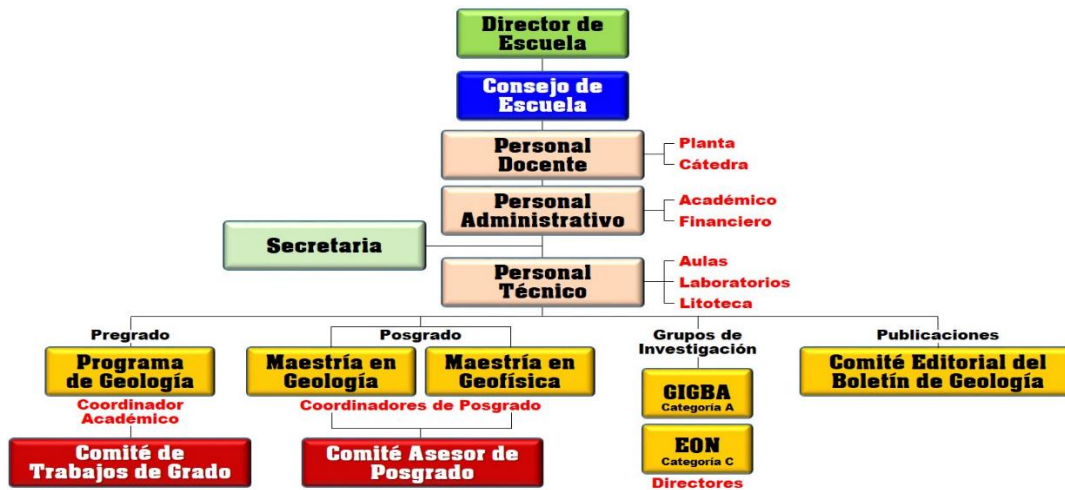
“La Escuela de Geología tiene como propósito fundamental la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional, en el campo de las geociencias, capaces de trabajar interdisciplinariamente, generar y adecuar conocimiento, fomentando la interacción con el medio externo para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.”(UIS, 2021)

2.4 Visión

“Conformar una Escuela a nivel nacional e internacional, cuyos egresados lideren la búsqueda y aprovechamiento sostenible de los recursos minerales, energéticos, aguas subterráneas y medio ambiente, apoyados en centros de investigación sólidos y estudios de postgrado en beneficio del desarrollo del país y de la comunidad en general.”(UIS, 2021)

2.5 Estructura Organizacional

La estructura organizacional de la Escuela de Geología es representada en la Figura 1.

Figura 1*Estructura organizacional Escuela de Geología UIS*

Nota. Estructura Organizacional Escuela de Geología UIS. Recuperado de Pagina web Escuela de Geología UIS.

3. Marco Teórico

3.1 Recursos

En el marco del campo de estudio de la gestión de recursos y capacidades, se han presentado varias definiciones de recursos, por ejemplo, para Wernerfelt, (1984) estos son los activos tangibles e intangibles que se vinculan a la empresa de forma semipermanente. Por otra parte, para Guerras-Martín & Navas López, (2015) los recursos representan un “conjunto de factores y activos que dispone y controla la empresa para llevar a cabo su estrategia”.

3.1.1 Recursos Tangibles

Praest (1998) los define como aquellos que son accesibles en el balance, mientras Guerras-Martín & Navas López, (2002) añaden que son recursos sencillos de identificar y cuantificar, ya que se incluyen y clasifican dentro del sistema contable de la empresa, opinión similar comparte Grant (2002), quien expone que los recursos tangibles se identifican y evalúan fácilmente porque se registran en los estados financieros de una organización.

3.1.2 Recursos Intangibles o Capital Intelectual

Según Praest (1998) los elementos intangibles en una empresa son los relacionados con el intelecto y el conocimiento, este no puede valorarse de manera objetiva, esta definición se puede ampliar en el estudio del capital intelectual, término que hace referencia al enfoque asociado al conocimiento que poseen los recursos intangibles, así el capital intelectual desde un punto de vista más allá de lo empresarial es “el conjunto de capacidades, destrezas y conocimientos de las personas que generan valor ya sea para las comunidades científicas, las universidades, las organizaciones y la sociedad en general”. (González Millán & Rodríguez Díaz, 2010)

a) Capital Humano: también llamado *activos intangibles humanos o recursos dependientes de las personas*.

Para González Millán & Rodríguez Díaz, (2010), se refiere al saber propio de las personas que componen la organización, describe la experiencia personal y el saber integrado, tanto al conocimiento explícito como al tácito, tiene como factor relevante las competencias de las personas basadas en la capacidad de actuar frente a distintas situaciones en el beneficio de la organización.

b) Capital no humano, Estructural u Organizativo: son recursos independientes de las personas, para González Millán & Rodríguez Díaz, (2010), estos recursos son herramientas para satisfacer las necesidades del mercado, y están referidos a las capacidades de la organización para codificar y usar el conocimiento. Funes Cataño, (2009) los categoriza como los activos de estructura interna, y menciona específicamente dentro de esta categoría “los procesos administrativos formales e informales, los métodos y procedimientos de trabajo, el software creado internamente, las bases de datos, la investigación y desarrollo (I+D), los procesos de dirección y administración, así como la cultura empresarial”.

3.2 Capacidades

Para Guerras-Martín & Navas López (2002) “las capacidades pueden definirse como la manera en que la empresa despliega sus recursos de forma combinada”, Aguilar Zambrano (2005) las define como el “conjunto de modelos de acción y activos que posee una empresa, y que están orientados a transformar los activos y recursos”, para ello Suárez González & Fernandez, (1996) especifica que “las capacidades pueden incluir más elementos, como las habilidades tecnológicas y los activos complementarios, los conocimientos y habilidades, los sistemas de dirección, los sistemas físicos y los valores que sustentan todo el conjunto”.

Aguilar Zambrano (2005) también aclara que “las capacidades corresponden a la base de conocimiento de una empresa, porque reflejan qué sabe hacer y, adicionalmente, identifican qué puede hacer una empresa y cómo puede hacerlo”. Así mismo, Praest (1998) menciona que “están basadas en conocimientos procedimentales y no son fácilmente transferibles”. Otra aclaración importante es la realizada por Guerras-Martín & Navas López (2002), quienes diferencian las capacidades de las habilidades individuales, las primeras son las habilidades que la organización

ha hecho suyas, independientemente de los individuos que las ejecutan, mientras las segundas dependen del individuo y no han sido apropiadas por la organización.

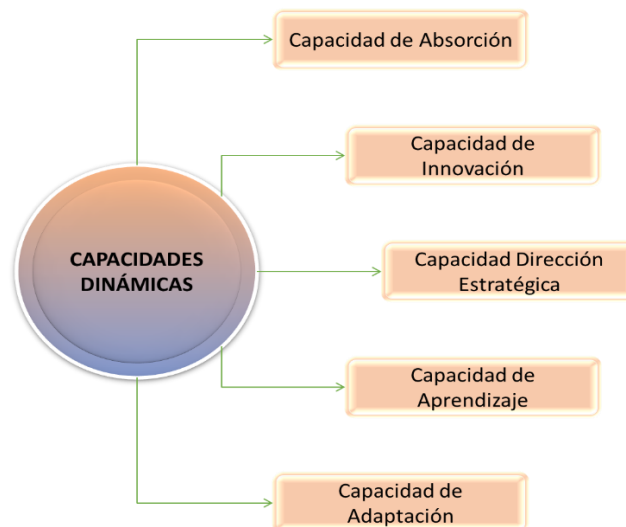
En este contexto, Romero Duque et al., (2018) plantean que las capacidades son las actividades que la empresa puede desarrollar para suplir las necesidades de recursos en el mercado. Además, sugieren que la capacidad organizacional es la habilidad de cada organización para realizar sus actividades mediante el uso eficiente de sus recursos y destrezas para generar nuevas estrategias de creación de valor.

3.2.1 Clasificación o Jerarquización de las Capacidades

Organizadas de forma jerárquica, en el primer nivel se ubican las capacidades estáticas asociadas a las actividades funcionales de la empresa y en el segundo nivel estarían las capacidades dinámicas (competencias basadas en la transformación o competencias de arquitectura).

En este contexto, la capacidad dinámica responde a cambios intempestivos y dinámicos en un contexto en el que interactúan varios elementos y logran transformar rutinas dentro de las organizaciones buscando generar procesos de cambio y capacidades de innovación.

Desde la perspectiva de Garzón Castrillón, (2015) y Zea-Fernández et al., (2020) se propone clasificar las capacidades dinámicas de la siguiente manera: Capacidad de absorción, Capacidad de dirección estratégica, Capacidad de gestión de la innovación, Capacidad de aprendizaje y Capacidad de adaptación.

Figura 2*Clasificación de capacidades*

3.2.1.1 Capacidad de Absorción. Garzón Castrillón (2015), define la capacidad de absorción como la habilidad de la empresa para reconocer el valor de la nueva información de origen externo, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, englobando así en este concepto una perspectiva multivisional de aprendizaje para crear y utilizar el conocimiento del exterior con el fin de desarrollar y mantener ventajas competitivas. Por su parte (Mark Easterby, Graca, Antonacopoulou, & Ferdinand, 2004), proponen cuatro factores que lo componen: adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento, para poder determinar la capacidad de absorción.

3.2.1.2 Capacidad de Dirección Estratégica. De acuerdo con Romero Duque et al., (2018), hace referencia a la dirección empresarial para asegurar la productividad, el rendimiento y la armonía organizacional mediante la formulación e implementación de estrategias necesarias para construir una organización innovadora través de planes basados en la misión y la visión.

3.2.1.3 Capacidad de Gestión de la Innovación. Según Romero Duque et al., (2018), es la habilidad organizacional para la constitución de ideas, estrategias, implementación, gestión de portafolio de proyectos y transferencia de I+D, transformación de los resultados de I+D en productos, y promoción de la oferta de los productos de investigación y las innovaciones basado en la comprensión de las necesidades de la comunidad, los costos, los beneficios, entorno competitivo y la aceptación de la innovación.

Así mismo, involucra las habilidades organizacionales para gestionar, adquirir y asignar adecuadamente los recursos en pro del desarrollo de la innovación y la destreza para establecer los sistemas de innovación de diferente orden (internacional, nacional, regional y sectorial) por medio de redes, alianzas, convenios, asociación con otras instituciones en el ámbito nacional e internacional y la realización de ruedas de negocio.

3.2.1.4 Capacidad de Aprendizaje. Mertens & Palomares (2008), define a las capacidades de aprendizaje como la suma del aprendizaje individual y colectivo, que a su vez son resultado de procesos sociales, de interacción y reflexión, al compartir y explorar, dentro y fuera de la organización. Por otro lado, Romero Duque et al., (2018), la propone como la habilidad organizacional para gestionar el conocimiento y construir una organización que aprende a través de procesos que permitan que fluya el conocimiento entre los miembros de la organización, y la empresa con el entorno.

3.2.1.5 Capacidad de Adaptación. Según Zapata y Mirabal (2018), es la habilidad de la organización para identificar y capitalizar las oportunidades del mercado, y adaptar sus procesos y productos a las exigencias del entorno. Además, el autor menciona que las organizaciones deben propender por el desarrollo de habilidades para establecer estrategias que lleven a diseñar e

implementar los mecanismos necesarios para ajustarse al cambio, a las exigencias y a la complejidad del entorno.

3.3 Análisis VRIO

Es una herramienta propuesta por Barney (1991), que permite evaluar el potencial de generación de beneficios a partir de los recursos y capacidades, y explora las ventajas competitivas a través del análisis VRIO (Valioso, Raro, Imitable y Organizativo) como se describe a continuación:

Valioso: Responde a la pregunta ¿El recurso otorga valor a la posición competitiva de la empresa?

Raro: Recurso raro (que no posea otra empresa) que pueda ser fuente de ventaja competitiva. Responde a la pregunta ¿El recurso lo poseen pocas empresas?

Imitable: Recursos que se puedan imitar de la competencia o del mercado, que sean diferentes y puedan ser fuente de ventaja competitiva para la empresa. Responde a la pregunta ¿Las empresas que no cuenta con el recurso se encuentran en desventaja?

Organización: Responde a la pregunta ¿La organización de la empresa es apropiada para el uso del recurso?

3.4 Revisión del Enfoque Basado en los Recursos (RBV).

Con la influencia de autores como Penrose (1959), Nelson y Winter (1982), Wernerfelt (1984), Prahalad y Hamel (1990), Mahoney y Pandian (1992), la ventaja competitiva de las empresas pasó de enfocarse en las elecciones de la organización sobre su posición en el mercado

a la explotación de los recursos y capacidades internas. Este interés en los recursos y capacidades de la empresa como pilar estratégico sugerido por David Ricardo, Schumpeter y Edith Penrose da lugar a la Teoría basada en los Recursos y las Capacidades de la empresa.

La perspectiva de Andrews (1971) sobre la formulación estratégica retoma la expresión “competencias corporativas o distintivas” de Selznick (1957), y plantea que los recursos y competencias de una organización son distintivos o superiores a los de sus rivales y puede favorecer a la empresa si son utilizados correctamente ante las oportunidades del entorno.

Por otro lado, Edith Penrose consideró en su Teoría del Crecimiento de la Firma (1959) que lo más importante era “adquirir y organizar personas y otros recursos siendo rentable para suministrar bienes y servicios a determinado mercado” lo cual estaba implícito en la función de la empresa. Además, expresa que una unidad administrativa es una colección de recursos productivos para generar servicios, en la actualidad puede entenderse servicios como capacidades.

Para los otros autores, los recursos son los activos disponibles y controlables por la empresa, es decir, la ventaja depende tanto de activos tangibles (físicos y tecnológicos) como intangibles (humanos y organizativos), donde los últimos configuran la base de la competitividad empresarial.

En ese sentido, alrededor de los recursos y capacidades como base estratégica a largo plazo se desarrollan dos premisas, la primera es que los recursos y capacidades internos proveen la dirección básica para la estrategia de la empresa, y la segunda expresa que los recursos y capacidades son la fuente principal de rentabilidad para la organización (Suárez e Ibarra, 2002).

De acuerdo con Navas y Guerras, (1998), el análisis de recursos y capacidades es una herramienta que permite determinar las fortalezas y debilidades internas de la organización, donde se reconoce el potencial de recursos y habilidades que posee la empresa o a los que puede acceder, según esta teoría, el desarrollo de capacidades distintivas es la única forma de conseguir ventajas competitivas sostenibles.

3.5 Extensión Universitaria

El Modelo de Arturo de la Orden Hoz (1997), considera que la calidad de la educación universitaria resulta de la interacción de eficacia, eficiencia y funcionalidad con un conjunto integrado de relaciones que responden a necesidades, aspiraciones y expectativas de la educación universitaria como la profesionalización al más alto nivel, desarrollo tecnológico, desarrollo económico, desarrollo científico y cultural, donde el grado óptimo se presenta cuando se obtiene un alto nivel de conexión entre todos los componentes principales (entrada, proceso, producto y propósito de la educación). Por otro lado, Rubio Royo (1995) propone que la extensión de la educación superior debe estar orientada por elementos como pertinencia, calidad e internalización donde se contempla la enseñanza, investigación y servicios con relación al mundo del trabajo, financiación pública y al sistema educativo. Esto implica que las universidades deben propender por la gestión y utilización de manera eficaz de los recursos humanos y materiales, así como satisfacer las necesidades de investigación y aprendizaje.

En este contexto, Tomàs y Esteve (2001) califican la extensión como un proceso que debe contribuir a la consecución de eficacia y la eficiencia de las inversiones en la enseñanza superior, el cumplimiento de estándares internacionales de calidad en los programas de formación que

permitan la movilidad y la competitividad internacional, la satisfacción de las demandas de formación de la sociedad y la respuesta a las necesidades de graduados que la sociedad demanda.

De acuerdo con Silva, March y Castañeda, (2021), “la extensión universitaria es un proceso formativo dinamizador de los vínculos universidad-sociedad, resulta vital en la formación de un profesional preparado para asumir los diferentes escenarios y vivir a la altura de esta época contribuyendo a transformarla, por lo cual es necesario asumir una propuesta de gestión de la extensión universitaria, coherente con las necesidades y proyecciones sociales”.

Por último, Navarro, Salas, Rivera, Reyes y Siva (2018) afirman que la Extensión Universitaria en América Latina se caracteriza por avances conceptuales y modos de actuación en correspondencia con la comprensión del papel dinámico e integrador de la cultura y su función social. Esta concepción ya no se reduce a la obsoleta idea de ver a la cultura como una tarea individual, de refinamiento espiritual, restringida a lo artístico literario, sino como el conjunto orgánico de las manifestaciones creadoras de una sociedad y a la Extensión como el proceso universitario que la promueve.

3.6 Portafolio de Servicios

Según Nayebi y Ruhe (2015), la planificación de la cartera de servicios es el proceso de diseñar colecciones de servicios y decidir la estimación del esfuerzo de implementación del servicio. Para su ejecución, proponen un enfoque de solución basado en el paradigma de la Innovación Abierta Analítica (AOI), donde a partir de un proceso de optimización se crean carteras de servicios optimizados en recursos que constituyen compensaciones en el equilibrio entre el valor ganado y el esfuerzo necesario, el diseño de carteras de servicios a partir de datos web es de gran importancia porque se obtiene conocimiento profundo del cliente y la retroalimentación en

tiempo real genera servicios con una mayor tasa de aciertos del cliente que se pueden ejecutar rápidamente.

A su vez, el diseño de carteras de servicios es un proceso altamente centrado en la toma de decisiones y requiere mucha información, por esto la planificación de la cartera de servicios se adapta a las condiciones comerciales que cambian radicalmente, por medio de una actualización completa de información, lo cual refuerza la afirmación de Rometty (2013) “responder al cambio para obtener una ventaja competitiva en la era de las decisiones inteligentes no se basará en el instinto sino en el análisis predictivo”. En ese sentido, los procesos de decisión también deben adaptarse y realizarse en tiempo real o incluso proactivas.

El enfoque de Sarno y Herdiyanti (2010), profundiza más en métodos de ingeniería de software de última generación, que admitan la integración, la reutilización, el bajo acoplamiento, la extensibilidad y la interoperabilidad para responder al cambio de los entornos empresariales. Además, demuestran como el portafolio de servicios se acomoda a los objetivos comerciales y facilita las funcionalidades en un ERP comúnmente estándar.

En esta línea, Comerio, Batini, Castelli, Grega, Rossetti y Viscusi, (2015) sugieren un marco para gestionar y evaluar carteras de servicios facilitados por las TIC a lo largo de la fase de diseño del servicio, la cual adopta una perspectiva de reutilización de servicios, y se compone de i) un modelo para la representación de un repositorio de servicios, ii) un modelo para la definición de un portafolio de servicios que represente líneas de producción actuales de una organización proveedora de servicios, iii) un conjunto de métricas para la evaluación de la cartera de servicios, y iv) una herramienta de apoyo a los gerentes en la toma de decisiones para el logro de los objetivos de diseño.

4. Metodología

La metodología planteada para el desarrollo el proyecto consta de cinco fases, la cuales se presentan a continuación:

Figura 3

Metodología del proyecto



Fase I: Diagnóstico inicial. Esta primera fase tiene como objetivo hacer un análisis de recursos y capacidades con los que cuenta la Escuela de Geología en términos de servicios tecnológicos de extensión, para ello, primero se realiza una consulta de trabajos y artículos que definan estos términos y propongan una clasificación. Posteriormente, se recopila información de la Escuela de Geología, desde distintas fuentes tales como página web oficial, documentos oficiales y talento humano, con el fin de identificar los recursos y capacidades de acuerdo con la clasificación encontrada en las fuentes bibliográficas consultadas para cada uno, después de ello se evalúan los recursos y capacidades mediante la aplicación de instrumentos de valoración al talento humano relacionado con las labores de extensión de la Escuela. Finalmente, con los

resultados de la valoración, se identifican los recursos que pueden generar una ventaja competitiva, así como las capacidades de mayor fortaleza para la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander.

Fase II: Análisis externo. Este tipo de análisis se realiza con el fin de identificar los sectores de aplicación de las geociencias y sus requerimientos, en los cuales la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander puede aportar soluciones a través de su actividad de extensión, para ello se realiza un análisis web, unas entrevistas semiestructuradas a expertos y un análisis a organizaciones similares.

Fase III: Oportunidades de innovación. Con la participación de actores claves dentro de la Escuela de Geología y mediante la elaboración de un taller de cocreación, se busca identificar las oportunidades de innovación dentro de la gestión tecnológica de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, teniendo como premisa aquellas que puedan responder a los requerimientos de los sectores identificados y se alineen con las capacidades de la Escuela identificadas, para ello, en las sesiones con los actores claves, se presentan los resultados obtenidos de las fases anteriores, se evalúan los servicios actuales y se aplica la metodología brainstorming, generando nuevas ideas sobre posibles oportunidades de innovación.

Fase IV: Elaboración de la propuesta del portafolio de servicios. Con los resultados de las tres fases anteriores se elabora una propuesta de portafolio de servicios tecnológicos posibles a ofrecer por la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, garantizando que respondan a las oportunidades, capacidades de la Escuela, y a las necesidades del mercado. Para el desarrollo de la estructura del portafolio se toma como guía, varios portafolios encontrados en la fase de análisis externo.

Fase V: Presentación de la propuesta del portafolio y recomendaciones. En esta fase se presenta la propuesta de portafolio a las directivas de la Escuela y talento humano relacionado con el área de extensión y el área de laboratorios. Para ello, en una mesa de trabajo se explica detalladamente la propuesta, luego se recibe una retroalimentación de esta propuesta y se realizan los cambios, ajustes necesarios que se surgieren en la mencionada mesa de trabajo, finalmente se presentan las recomendaciones necesarias para que la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander pueda ofrecer los servicios tecnológicos del portafolio diseñado.

5. Análisis Interno

Como base fundamental para el diseño del portafolio de servicios tecnológicos para la Escuela de Geología, se realizó un análisis interno por medio de un diagnóstico, centrado en identificar y evaluar los recursos y capacidades que estarían en disposición de la prestación de los servicios tecnológicos, la metodología utilizada para ello es una adaptación del análisis de recursos y capacidades propuesto por Guerras-Martín & Navas López,(2015) en su libro *La dirección estratégica de la empresa: Teoría y aplicaciones*, el análisis VRIO propuesto por Barney, (1991), y la propuesta realizada por Moncada Niño (2013) en el artículo “Propuesta Metodológica para la valoración de las TICs en la Organización”, en el cual se identifica la aplicación cuantitativa del análisis VRIO a la configuración de recursos y capacidades de las TICs que posee una organización, ello basado en la teoría RBV (Resource Based View).

5.1 Metodología Diagnóstico

Fase I. Identificación y clasificación: En primera instancia, se consultan fuentes bibliográficas relacionadas con la definición, identificación y clasificación de recursos y capacidades, con el fin de definir una taxonomía de clasificación para cada uno.

Posteriormente, se procede a identificar los recursos y capacidades en términos de servicios de extensión con los que cuenta la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander. En lo que respecta a los recursos, se identifican mediante diversos mecanismos de recolección de información (consulta de documentos oficiales, documentación interna, página web, entrevistas) según la clasificación encontrada en la literatura, para que una vez listados y definidos se realice una depuración con el fin de escoger aquellos alineados a los servicios tecnológicos de extensión. La identificación de las capacidades se efectúa mediante la aplicación de un instrumento de evaluación a miembros de la Escuela en donde se listan, dentro de cada categoría de capacidades encontradas en la literatura, aquellas con la que la Escuela de Geología podría contar en cuanto a servicios tecnológicos de extensión.

Fase II. Evaluación: En esta fase, se aplica a miembros de la Escuela un instrumento de valoración de recursos y otros de capacidades, el primer instrumento busca evaluar de forma cuantitativa las características de los recursos (Valor, Rareza, Dificultad para imitar) y si la Escuela tiene las condiciones y la organización necesaria para explotar adecuadamente cada recurso; el segundo instrumento, con base en una encuesta estructurada, tiene como fin determinar el nivel de desarrollo de cada capacidad con la que cuenta la Escuela.

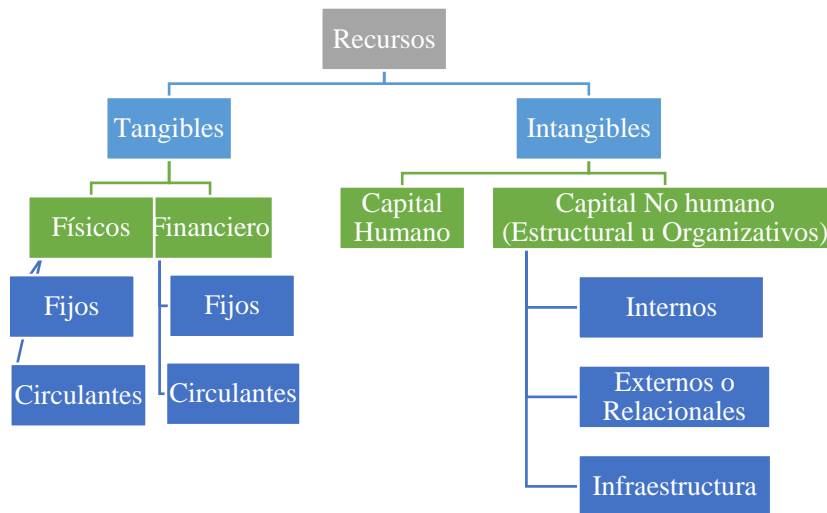
Fase III: Análisis de resultados: En esta última etapa según los resultados de las fases anteriores, se identifica si el recurso representa una desventaja o una ventaja competitiva (paritaria,

temporal o sostenible), así como las capacidades de mayor fortaleza y debilidad para la Escuela de Geología.

5.2 Diagnóstico Inicial

5.2.1 Identificación y Clasificación.

5.2.1.1 Consulta bibliográfica de Recursos y su Categorización. Según Fernández & Suarez (2015) se entiende por recurso a “cualquier factor de producción que esté a disposición de la empresa, es decir que ésta pueda controlar de una forma estable, aun cuando no posea unos claros derechos de propiedad sobre él”, partiendo de una definición tan amplia, es necesario una clasificación que permita agruparlos por características semejantes y así facilitar su identificación, medición, control, gestión y optimización, esta necesidad de elaborar una taxonomía de recursos se evidencia en diversos trabajos, entre ellos, los de los siguientes autores, Wernerfelt (1984), Barney (1991), Praest (1998), Guerras & Navas (2002), Grant (2002), Seppänen (2009) y Othman et al (2015); donde se encuentra que la mayoría comparten una estructura similar de clasificación de recursos, agrupándolos en dos grandes grupos, tangibles e intangibles, a su vez, los primeros se pueden subdividir en físicos y financieros, mientras los segundos en humanos (relacionados al capital humano) y no humanos (llamados también estructurales u organizativos); aunque se pueden tener variaciones en los modelos de clasificación, se puede definir una taxonomía con base a sus similitudes, reorganizando algunas agrupaciones y uniendo algunas categorías de igual significado, con ello se obtiene la clasificación mostrada en la Figura 4.

Figura 4*Clasificación de recursos*

Recursos Tangibles: Estos recursos se dividen en dos grupos, los tangibles físicos y los financieros, los cuales según su facilidad para transaccionar y convertirse en efectivo disponible, pueden a su vez ser de carácter fijo (no circulante o no corriente) o de carácter circulante (corriente), los primeros se caracterizan por su dificultad para convertirse en dinero disponible en el corto plazo y los segundo por su facilidad de convertirse en dinero disponible de un tiempo corto, es decir, poseen liquidez (Othman et al., 2015), algunos ejemplos de activos fijos son: terrenos, maquinaria, edificios, inversiones a largo plazo; de activos circulantes algunos ejemplos son: efectivo o caja, dinero en los bancos, cuentas por cobrar, inventario, valores negociables, gastos pagados por adelantado y otros activos líquidos que pueden convertirse fácilmente en efectivo (Othman et al., 2015).

Los recursos físicos incluyen activos como terrenos y edificios (tamaño, ubicación), plantas, equipos, maquinaria y herramientas (con sofisticación técnica) (Othman et al., 2015),

tecnología física, planta y equipo, ubicación geográfica, acceso a la materia prima (Barney, 1991) bienes raíces, reservas de materias primas (Seppänen, 2009).

Los recursos financieros incluyen, entre otros, la liquidez financiera, los fondos operativos y la capacidad de endeudamiento y la capacidad de la empresa para generar fondos internos, la capacidad de la empresa para utilizar eficientemente sus recursos financieros para maximizar las ganancias (Othman et al., 2015), fondo externos, fondos integrales, otros instrumentos financieros (Seppänen, 2009).

Recursos intangibles o capital intelectual: Estos recursos presentan como particularidad la dificultad de ser valorados, por ello suelen permanecer invisibles en la información contable, generando que el valor real de una empresa pueda llegar a diferir considerablemente de su valor en libros (Guerras Martín & Navas López, 2002). El capital intelectual según la definición de .González Millán & Rodríguez Díaz, (2010) “es la agrupación de activos que una sociedad posee que, a pesar de no estar discriminados en un estado contable, son generadores de valor”.

Para identificar, medir y estudiar el capital intelectual se han propuesto varios modelos desde la academia y la industria, González Millán & Rodríguez Díaz, (2010) y Hollander-Sanhueza, (2005) han hecho una recopilación de estos modelos, concluyendo que la mayoría de ellos coinciden en perspectivas similares respecto a los elementos esenciales del capital intelectual, entre los que definen, el capital humano, el capital estructural u organizativo y el capital relacional o de clientes; para Hollander-Sanhueza (2005), sin embargo, el capital relacional incluye más allá de los clientes, es el relacionado con el medio ambiente en que se inserta la empresa.

a) Capital Humano: también llamado *activos intangibles humanos o recursos dependientes de las personas*. Estos están relacionados con el conocimiento individual de cada persona

(colaborador) que labora en la empresa, tal como la experiencia, la capacidad de adaptación, la habilidad de en la toma de decisiones, y en general, todos los recursos aportados por los colaboradores a la empresa; identificar y valorar este tipo de activos es una tarea bastante compleja (Guerras Martín & Navas López, 2002). Algunos ejemplos que mencionan los autores Barney (1991), González Millán & Rodríguez Díaz, (2010) y Funes Cataño, (2009) dentro del capital humano son la formación, la educación, saberes, niveles académicos, conocimientos técnicos, habilidades, competencias, aptitudes, el juicio, la inteligencia, las relaciones (redes personales o personal networks), la capacidad de innovar y mejorar, la motivación y el compromiso, los valores y actitudes que posee el talento humano en una empresa, todo ello relacionado con las habilidades para generar soluciones a los clientes.

b) Capital no humano, Estructural u Organizativo: Para González Millán & Rodríguez Díaz, (2010), esta categoría incluye la cultura, la tecnología y el conocimiento de la organización, Según Guerras & Navas (2002) en este grupo se encuentran las tecnologías disponibles y recursos dirigidos a la innovación, los recursos organizativos como sistemas de planificación, relaciones con el entorno, imagen corporativa, marca comercial; por otro lado, Barney (1991) además incluye la estructura de informes de una empresa, Seppänen (2009) y Quintero Vergara et al., (2016) coinciden en la cultura organizacional, estructuras, rutinas, procesos, marca, reputación, innovación, infraestructura tecnológica; gestión de proyectos y productos de ciencia, tecnología e innovación.

A su vez, esta categoría se subdivide en los siguientes componentes:

Estructura interna: son los elementos y recursos creados por la empresa que se establecen como propiedad de la organización, tales como: procesos, modelos, sistemas de información,

cultura organizativa y activos de propiedad intelectual (copyrights, derechos de diseño, secretos de fabricación (González Millán & Rodríguez Díaz, 2010), estos últimos son mencionados por Seppänen (2009) como los recursos legales: acuerdos, patentes, licencias, derechos de autor, diseños registrados, secretos comerciales, marcas registradas. Otro de los recursos internos son los de tipo informacional: información de la industria, del cliente, del proveedor, interna, del producto (Seppänen, 2009). Dentro de esta categoría, los recursos de mayor importancia son los relacionados con el capital de la innovación y el aprendizaje, los cuales se refieren a innovación, crecimiento, motivación y capacidad de aprender y crecer con base en la gestión de los empleados. (González Millán & Rodríguez Díaz, 2010)

Estructura externa (Relacional): Para González Millán & Rodríguez Díaz, (2010), estos recursos están enfocados hacia las relaciones con clientes y proveedores, por ejemplo, reputación de la organización, la imagen de la empresa y las marcas comerciales, así como los activos de mercado, entre ellos, la fidelización del cliente, los esquemas de servicio, mercado y generación de lealtad (basados en la atención y servicio al cliente: entendimiento del cliente), licencias, franquicias. Para los cuales, Hollander-Sanhueza (2005) propone índices de medición como, número de clientes activos, contratos vigentes con clientes, etc.

Otros de los recursos que aquí se pueden ubicar son los relacionados con las actividades de comunicación en términos de marketing como las Web site y extranet.(González Millán & Rodríguez Díaz, 2010), en este sentido Quintero Vergara et al., (2016), incluye en este grupo las comunidades y redes, cooperación interinstitucional y la relación Universidad-Empresa-Estado-Sociedad Civil. Para Funes Cataño, (2009) estos recursos “están constituidos por la cartera de clientes, las cadenas de valor con los proveedores, las relaciones con bancos y accionistas, los

acuerdos de cooperación y alianza estratégica, la tecnología de producción de punta, etc., denominados capital relacional.”

Activos de Infraestructuras: son los relacionados con las tecnologías, métodos y procesos que permiten que la organización funcione. (González Millán & Rodríguez Díaz, 2010)

Finalmente, cabe resaltar que los recursos al usarse en conjunto con rutinas, procedimientos y habilidades generan capacidades (Praest, 1998).

5.2.1.2 Identificación y Clasificación de Recursos de la Escuela de Geología. Una vez determinada la taxonomía a usar como referencia y los posibles recursos pertenecientes a cada categoría, se procedió a recolectar información de los recursos con los que cuenta la Escuela de Geología, para ello se consultaron la mayor cantidad de fuentes disponibles, las cuales fueron: documentos públicos oficiales de la Escuela y la Universidad, documentación interna suministrada por la Escuela (informes de gestión, documentos de acreditación, directorios de clientes, hojas de vida de equipos de laboratorio, entre otros), página web de la Escuela y los documentos allí publicados, base de datos del Cvlac (para obtener información de la hoja de vida investigativa de los profesores planta), y el recurso humano de la Escuela, para esta última fuente, se llevaron a cabo reuniones con el director de Escuela PhD Carlos Rios, el Técnico de laboratorio César Llerena, y se mantuvo contacto con diferentes administrativos y profesores.

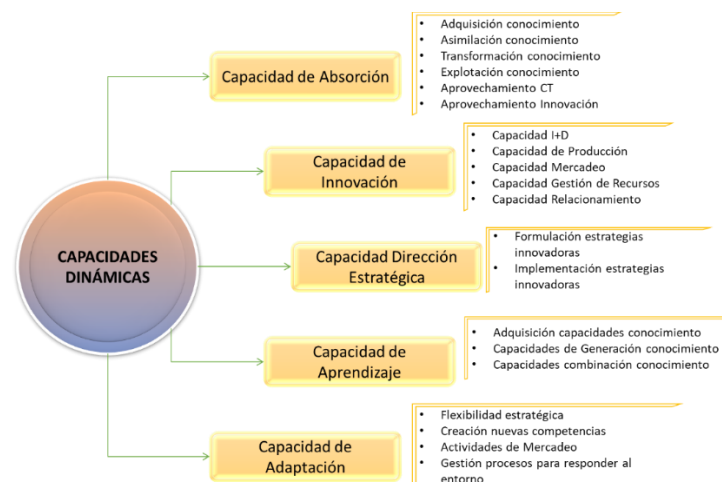
Toda la información recopilada fue debidamente organizada (según la clasificación de la Figura 4) y filtrada según su vigencia, relevancia y pertinencia para los servicios tecnológicos, se identificaron un total de 214 recursos y el listado de estos se puede observar en el Apéndice A. Una de las situaciones identificadas en este proceso, es la ausencia de activos circulantes dentro de los recursos tangible físicos, esto debido a la naturaleza del tipo de servicio que ofrece la

Escuela, en donde no se usan mercancías o recursos tangibles como intercambio para obtener dinero, por otro lado, en los recursos tangibles financieros, no se tienen activos de tipo fijo ya que las dos fuentes de ingresos para su área de servicios tecnológicos son provenientes del presupuesto asignado por la Universidad para la Escuela, por ende se podría prescindir de la clasificación de fijo o circulante.

5.2.1.3 Consulta bibliográfica de Capacidades y su Categorización. Se encontró a partir revisión bibliográfica que las capacidades para evaluar a la Escuela de Geología son las capacidades dinámicas, por lo cual se propone clasificar las capacidades dinámicas de la Escuela de Geología en términos de servicios tecnológicos a partir de aquellos autores con un alto nivel de referenciación y con aportes destacados en la literatura entre ellos Garzón Castrillón, (2015) y Zea-Fernández et al., (2020), con lo cual se plantea agrupar las capacidades en cinco categorías: Capacidad de absorción, Capacidad de dirección estratégica, Capacidad de gestión de la innovación, Capacidad de aprendizaje y Capacidad de adaptación.

Figura 5

Clasificación de capacidades



Estas cinco categorías se reconocen a través de 20 variables como se muestra en la

Figura 5, según la revisión bibliográfica las variables correspondientes a la Capacidad de Absorción señalan el conocimiento externo y los procesos que permiten adquirir, asimilar, transformar y explotar el conocimiento, de acuerdo con las necesidades de la organización. Por otro lado, las variables a la Capacidad de Innovación resaltan procesos para crear nuevos productos o servicios o desarrollar mejoras significativas. En cuanto a la capacidad de Dirección Estratégica las variables se relacionan con procesos organizacionales y de mercadeo acordes a la gestión del conocimiento y el desarrollo de estrategias para la innovación como una cultura organizacional. Mientras las variables la Capacidad de Aprendizaje, denotan como elemento común el conocimiento y sus procesos de incorporación, desarrollo y valoración. Por último, las variables de la Capacidad de Adaptación describen las habilidades desarrolladas por la organización, a partir de captar oportunidades en el mercado, para realizar procesos de aprendizaje y ajuste continuo que impacten la estrategia en dirección de ser competitivos en el largo plazo para garantizar la vigencia y alto desempeño de la organización. (Zea Fernández, 2017)

5.2.1.4 Identificación y Clasificación de Capacidades de la Escuela de Geología. Una vez determinada la taxonomía a utilizar, se diseña un instrumento de evaluación en donde por cada tipo de capacidad con la que podría contar la Escuela de Geología en términos de los servicios tecnológicos de extensión, se listan preguntas que cuestionan la existencia de variables para cada una de estas capacidades (como se observa a modo de ejemplo en la 2), dando opciones de respuestas de tipo cerradas. Así mismo, puede apreciarse las variables utilizadas en las otras capacidades en el Apéndice C, el cual fue revisado y aprobado por el director de Escuela.

Tabla 2*Variables capacidad de aprendizaje*

Capacidad de Aprendizaje	
1	La Escuela de Geología identifica y aprende del ambiente externo metodologías y procesos para fortalecer o transformar los servicios tecnológicos de extensión acorde a los requerimientos del mercado.
2	La Escuela de Geología crea y genera nuevos conocimientos con base en su I+D+i, alianzas estratégicas, gestión del conocimiento y otros medios.
3	La Escuela de Geología integra y combina el conocimiento interno y externo para generar nuevo conocimiento.
4	La Escuela de Geología referencia prácticas de organizaciones del sector para incorporar aquellas que puedan fortalecer sus Servicios de Extensión.

5.2.2 Evaluación de Recursos y Capacidades

5.2.2.1 Evaluación de Recursos. Para evaluar los recursos se aplicó la metodología VRIO propuesta por Barney (1991) en su trabajo “Firm Resources and Sustained Competitive Advantage”, y una adaptación metodológica de la misma propuesta por Moncada Niño (2013) en el artículo “Propuesta Metodológica para la valoración de las TICs en la Organización”.

La metodología VRIO debe su nombre al acrónimo de cuatro aspectos evaluados dentro de la misma, los cuales son: valor, rareza, imitabilidad y organización, los cuales se utilizan con el fin de descubrir si lo evaluado representa una ventaja competitiva sostenida, en este sentido se puede decir que el análisis VRIO es una herramienta de planificación estratégica, ya que la información obtenida como resultado de aplicar la metodología ayuda a las empresas a tomar decisiones comerciales eficientes ayudando a las mismas a descubrir, proteger, gestionar y explotar los recursos y por ende las capacidades que les brinda una ventaja competitiva a largo plazo, para con ello determinar cómo abordar el mercado y tomar decisiones estratégicas para el destino de la empresa.(SNIES, n.d.)

Las características evaluadas son explicadas a continuación:

Valor: Un recurso es valioso, cuando está proporcionando a la organización algún tipo de beneficio. Para determinar si el recurso es valioso algunas preguntas que se pueden hacer son: ¿El recurso genera algún tipo de beneficio a la organización? ¿El recurso ayuda a agregar un valor para el cliente? ¿El recurso ayuda a aumentar el precio de venta del servicio? ¿El recurso reduce el costo de producción sin disminuir el valor percibido para el cliente?

Rareza: Un recurso tiene rareza cuando que es poco común, escaso, único o limitado, por lo que no lo posee la mayoría de las organizaciones. Para determinar si el recurso es raro algunas preguntas que se pueden hacer son: ¿Cuántas otras organizaciones poseen el mismo recurso? ¿Pueden otras organizaciones comprar fácilmente el recurso en el mercado? ¿Pueden otras organizaciones obtener el recurso en un futuro próximo?

Inimitable: Los recursos son difíciles de imitar si son extremadamente difíciles para que otra organización los adquiera, ya sea una referencia igual o un sustituto, sea por su elevado costo,

su accesibilidad, nivel de complejidad, su nivel de especialización en capacitación para manipularlo o dificultada para replicarlo. Para determinar si el recurso es difícil de imitar algunas preguntas que se pueden hacer son: ¿Otras organizaciones pueden acceder fácilmente al recurso? ¿Pueden otras organizaciones desarrollar fácilmente un recurso sustituto? ¿El recurso está protegido por patentes? ¿Es un recurso o capacidad socialmente complejo? ¿Es difícil identificar los procesos, tareas u otros factores particulares para manejar o administrar el recurso?

Organización: En esta característica se pretende evaluar si la empresa cuenta con la organización de procesos, gestión, estructura y cultura, encaminados a explotar la totalidad de potencial de generación de valor del recurso. Algunas para determinar esta característica son: ¿Está diseñada la estructura organizativa de la empresa para utilizar un recurso? ¿La organización tiene sistema de gestión estratégica y control eficaz del recurso? ¿Los procesos para la utilización del recurso son los más adecuados para poder explotar todo el potencial de generación de valor?

Instrumento Evaluativo: El instrumento para la evaluación de los recursos fue diseñado teniendo como base la propuesta metodológica de Moncada Niño (2013), en donde cada una de las cuatro características evaluadas (VRIO) se califican en una escala de números enteros de 1 a 10, el instrumento se puede observar en el Apéndice B. Debido a que algunos recursos eran similares o cumplían funciones similares, además de la gran cantidad de los mismos y con el fin de poder facilitar la aplicación del instrumento de evaluación, se recurrió a realizarse otra agrupación adicional respetando las categorías de clasificación definidas en la taxonomía de recursos, en consecuencia, los grupos de recursos resultantes fueron 39. El instrumento fue validado por el director de la Escuela de Geología y posteriormente aplicado a 3 administrativos, 10 profesores y al mismo director de la Escuela.

5.2.2.2. Evaluación de las Capacidades. Tomando como referencia las metodologías e instrumentos de evaluación propuestos sobre capacidades dinámicas de Romero Duque et al., (2018), Zea Fernández, (2017), Gutiérrez Rodríguez, (2013), se elaboró una encuesta estructurada cuyas preguntas son valoradas acorde a una escala Likert (ver Tabla 3). Estas alternativas de calificación miden el grado de desarrollo de cada capacidad y su desempeño final está sujeto al criterio de cada uno de los entrevistados.

Tabla 3

Escala de evaluación de capacidades

Escala de evaluación de capacidades	
1	No se tiene y no se ha desarrollado ninguna acción.
2	Se trabaja actualmente para tenerla (acciones informales).
3	Se encuentra en proceso de implementación.
4	Se tiene implementada, pero requiere actualización.
5	Se tiene implementada y satisface las necesidades actuales del entorno.

Después de haber sido validado el instrumento por el director de la Escuela de Geología (Ver Tabla 4) del ejemplo para la capacidad de aprendizaje y ver en Apéndice C el instrumento de evaluación completo), se realizó la evaluación a través de la aplicación del instrumento a 3

administrativos, 10 profesores planta y el director de la Escuela, quienes se encuentran vinculados directamente con los servicios de Extensión. Una vez obtenida la respuesta de los participantes, se procedió a consolidar la información para llevar a cabo un análisis de los resultados obtenidos.

Tabla 4

Formato evaluación capacidad de aprendizaje

Capacidad de Aprendizaje	Calificación				
	1	2	3	4	5
1) La Escuela de Geología identifica y aprende del ambiente externo metodologías y procesos para fortalecer o transformar los servicios tecnológicos de extensión acorde a los requerimientos del mercado.					
2) La Escuela de Geología crea y genera nuevos conocimientos con base en su I+D+i, alianzas estratégicas, gestión del conocimiento y otros medios.					
3) La Escuela de Geología integra y combina el conocimiento interno y externo para generar nuevo conocimiento.					

Continuación Tabla 4*Formato evaluación capacidad de aprendizaje*

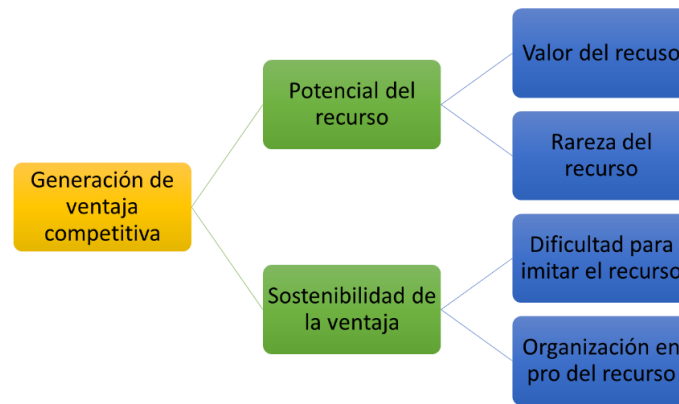
Capacidad de Aprendizaje	Calificación				
	1	2	3	4	5
4) La Escuela de Geología referencia prácticas de organizaciones del sector para incorpora aquellas que puedan fortalecer sus Servicios de Extensión.					

5.2.3 Análisis de Resultados

5.2.3.1 Recursos. Una vez aplicado el instrumento para evaluar los recursos, se procedió a realizar un promedio de los valores dados por los evaluadores, aproximando su resultado al entero más próximo, y con ello identificar el potencial que tiene cada uno de los recursos para generar una ventaja competitiva y la sostenibilidad de la misma. Según la propuesta por *Moncada Niño (2013)* la combinación del Valor y la Rareza del recurso da como resultado su potencial, mientras que la combinación entre Inimitabilidad y la Organización dan como resultado su sostenibilidad, lo anterior se manifiesta de forma gráfica en la Figura 6.

Figura 6

Composición de la generación de ventaja



Nota. Composición de la generación de ventaja. Adaptada de la propuesta de Moncada Niño (2013).

Cálculo de Potencial de generar Ventaja Competitiva y sostenibilidad de la ventaja competitiva. Para calcular el índice de potencial de generar una ventaja competitiva se multiplica la calificación de las características de valiosos y raro, mientras que para calcular el índice de la sostenibilidad de la ventaja competitiva se multiplica la calificación de las características de inimitabilidad y organización. (Moncada Niño, 2013)

Determinación del tipo de ventaja de los recursos. Siguiendo la metodología de Moncada Niño (2013), una vez obtenidos los índices del potencial y sostenibilidad se ubican dichos índices en un eje de coordenadas, donde el eje horizontal corresponde al potencial y el eje vertical a la sostenibilidad, el área del sistema de coordenadas es dividida por cuadrantes los cuales determinan el tipo de ventaja que representa, para la Escuela, el recurso evaluado. El sistema de coordenadas y cuadrantes se puede observar en la Figura 7, la cual fue adaptada de la propuesta de Moncada Niño (2013) y Barney (1991).

Figura 7

Matriz tipo de ventaja competitiva

Sostenibilidad (Inimitable y Organización)	75-100	Desventaja Competitiva	Paridad o Igualdad Competitiva	Ventaja Competitiva Sostenible	Ventaja Competitiva Sostenible
	50-75	Desventaja Competitiva	Paridad o Igualdad Competitiva	Ventaja Competitiva Sostenible	Ventaja Competitiva Sostenible
	25-50	Desventaja Competitiva	Paridad o Igualdad Competitiva	Ventaja Competitiva Temporal	Ventaja Competitiva Temporal
	0-25	Desventaja Competitiva	Paridad o Igualdad Competitiva	Ventaja Competitiva Temporal	Ventaja Competitiva Temporal
		0-25	25-50	50-75	75-100
		Potencial (Valioso y Raro)			

La ejecución de estos dos pasos se puede observar en el Apéndice E. Como ejemplo, para el grupo de recursos T1: Edificación y espacio físico de los laboratorios, el promedio en las características fue:

Tabla 5

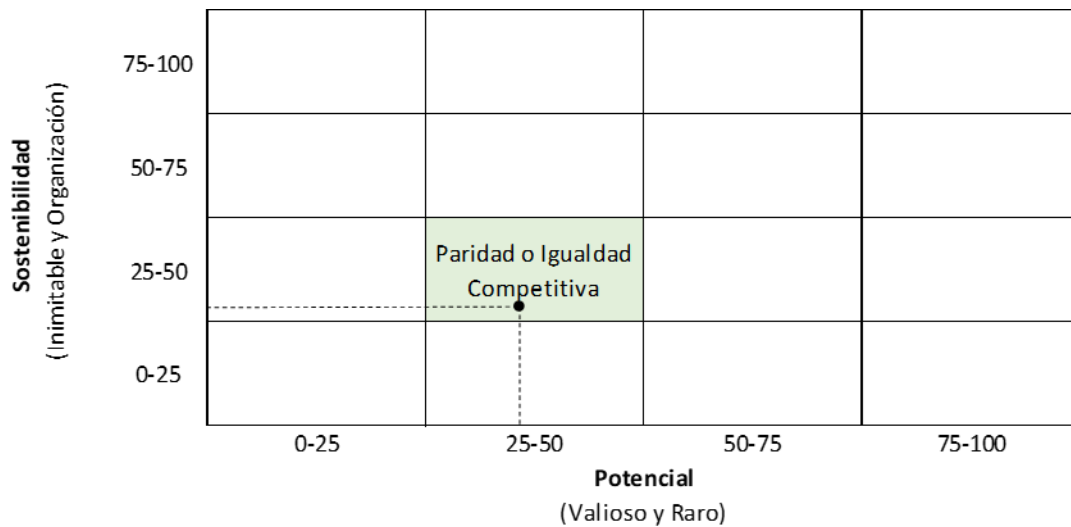
Resultados puntaje recursos T1

			Organización alineada a los recursos
Valioso	Raro	Difícil de Imitar	
9	4	4	7

Con dicho puntaje se calcularon los indicadores de potencial dando como resultado 36, y el de sostenibilidad dando como resultado 28, al ubicarse en el eje de coordenadas (ver Figura 8) se puede concluir que el recurso representa una paridad competitiva, es decir que con respecto a posibles competidores se puede tener una igualdad de condiciones.

Figura 8

Matriz de tipo de ventaja grupo T1



De los 19 grupos de recursos tangibles, los grupos T3 Sustancias, Elementos y Reactivos químicos y T14 Nevera, representan una desventaja competitiva, mientras que el grupo T4 Muestras geológicas, colecciones físicas y muestras representa una ventaja competitiva temporal para la Escuela de Geología; los demás recursos tangibles aportan un paridad o igualdad competitiva para la Escuela ante posibles competidores y ninguno aporta una ventaja competitiva sostenible.

De los 20 grupos de recursos intangibles evaluados, el grupo I6 Experiencia de los docentes planta representa una ventaja competitiva temporal para la Escuela de Geología, mientras los

demás recursos intangibles desarrollan un paridad o igualdad competitiva para la Escuela ante posibles competidores, cabe destacar que la Escuela no tienen desventajas o ventajas competitivas sostenibles generadas por sus recursos intangible frente a competidores potenciales.

5.2.3.2 Capacidades. Luego de tabular los datos obtenidos con el instrumento evaluación, se identificó la existencia de cada una de las variables de las capacidades dinámicas en términos de servicios tecnológicos en la Escuela de Geología a través de una tabla de frecuencia como se observa en la Tabla 6, donde los evaluadores reconocen en su mayoría acciones informales o no estructuradas para cada una de las preguntas planteadas. (Ver en Apéndice G los resultados de evaluación completos).

Tabla 6

Resultados por frecuencia de la evaluación capacidad de aprendizaje

	Capacidad de Aprendizaje	Frecuencia				
		1	2	3	4	5
1)	La Escuela de Geología identifica y aprende del ambiente externo metodologías y procesos para fortalecer o transformar los servicios tecnológicos de extensión acorde a los requerimientos del mercado.	0	4	6	4	0

Continuación Tabla 6*Resultados por frecuencia de la evaluación capacidad de aprendizaje*

Capacidad de Aprendizaje		Frecuencia				
		1	2	3	4	5
2)	La Escuela de Geología crea y genera nuevos conocimientos con base en su I+D+i, alianzas estratégicas, gestión del conocimiento y otros medios.	2	3	6	3	0
3)	La Escuela de Geología integra y combina el conocimiento interno y externo para generar nuevo conocimiento.	1	3	3	4	3
4)	La Escuela de Geología referencia prácticas de organizaciones del sector para incorporar aquellas que puedan fortalecer sus Servicios de Extensión.	2	2	8	2	0

Como resultado de este análisis se generó una calificación ponderada (ver Tabla 7) obtenida bajo el criterio de docentes y administrativos que participaron como evaluadores en este diagnóstico inicial. En el caso de la Capacidad de Aprendizaje, cada variable planteada obtuvo una calificación de 3, esto quiere decir que se encuentra en proceso de implementación como lo señala la escala propuesta en la Tabla 3.

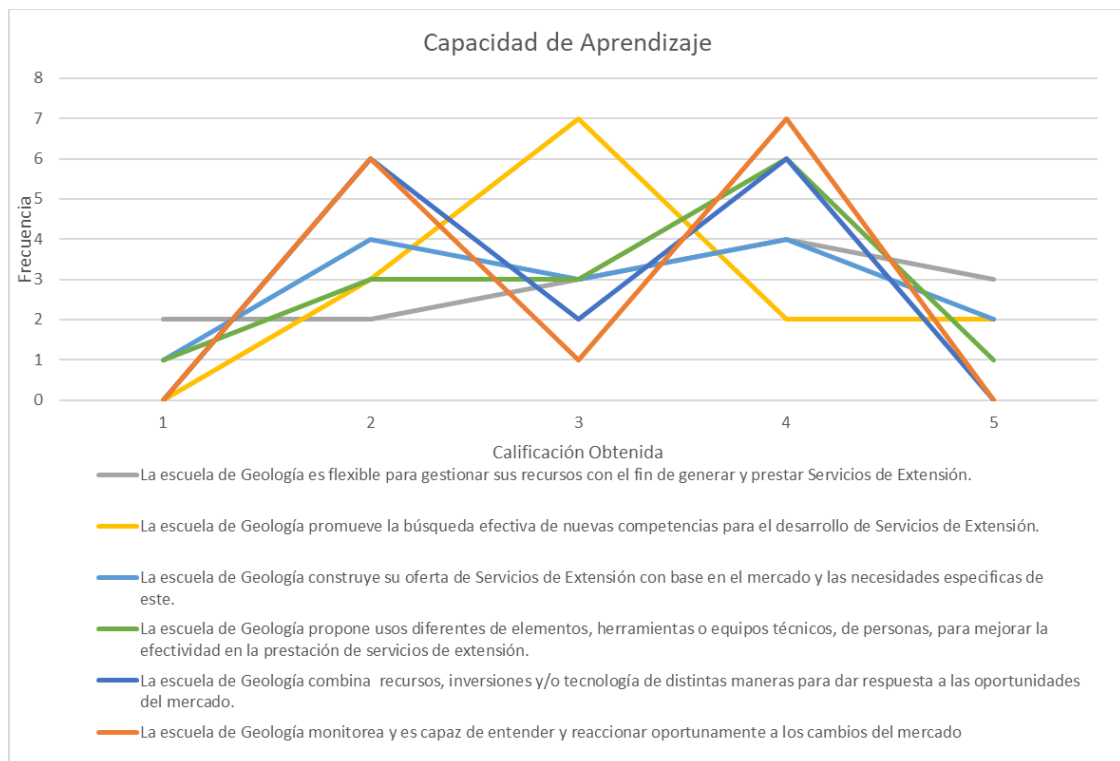
Tabla 7*Calificación ponderada en la capacidad de aprendizaje*

Capacidad de Aprendizaje	Calificación Ponderada	Interpretación
1) La Escuela de Geología identifica y aprende del ambiente externo metodologías y procesos para fortalecer o transformar los servicios tecnológicos de extensión acorde a los requerimientos del mercado.	3,0	Se encuentra en proceso de implementación.
2) La Escuela de Geología crea y genera nuevos conocimientos con base en su I+D+i, alianzas estratégicas, gestión del conocimiento y otros medios.	3,0	Se encuentra en proceso de implementación.
3) La Escuela de Geología integra y combina el conocimiento interno y externo para generar nuevo conocimiento.	3,0	Se encuentra en proceso de implementación.
4) La Escuela de Geología referencia prácticas de organizaciones del sector para incorpora aquellas que puedan fortalecer sus Servicios de Extensión.	3,0	Se encuentra en proceso de implementación.

Asimismo, gráficamente se puede apreciar en la Figura 9 que los evaluadores perciben que las medidas adoptadas por la Escuela de Geología no son suficientes para generar nuevos conocimientos que fortalezcan los servicios tecnológicos.

Figura 9

Grafica de frecuencia en la calificación de la capacidad de aprendizaje



Por último, se calcula la calificación general por categoría y se realiza su interpretación en cada capacidad (ver Tabla 8), allí se reconoce que el 80 % de estas capacidades se encuentran en proceso de implementación o posee procedimientos no formales, por lo cual es importante desarrollar propuestas de valor que den respuesta a las necesidades del entorno.

Tabla 8*Calificación general por categoría de capacidades.*

Capacidad	Calificación	Interpretación
Capacidad de Absorción	4	Se tiene implementada, pero se requiere actualización
Capacidad de Innovación	3	Se encuentra en proceso de implementación
Capacidad de Dirección estratégica	3	Se encuentra en proceso de implementación
Capacidad de Aprendizaje	3	Se encuentra en proceso de implementación
Capacidad de Adaptación	3	Se encuentra en proceso de implementación

5.3 Conclusión del Diagnostico

Según los resultados obtenidos en la evaluación VRIO de recursos, se puede observar que la Escuela presenta muy pocas desventajas competitivas frente a posibles competidores, al igual que pocas ventajas competitivas temporales, concentrando la mayoría de sus recursos en ser generadores de paridad competitiva y no evidencia tener ventajas competitivas sostenibles, lo que ubica a la Escuela de Geología en un posición de igualdad antes sus competidores, con riesgo de que sus dos ventajas competitivas puedan ser desarrolladas por competidores y sin ventajas sostenibles para mantenerse como líder en el mercado, lo que hace urgente que se genere un plan de acción para fortalecer y generar ventajas competitivas que le lleven a un liderazgo en el mercado de forma sostenible. En cuanto a los resultados de la evaluación de capacidades, se puede observar que en la Escuela de Geología se llevan a cabo actividades para implementar todas las clases de capacidades dinámicas, siendo la capacidad de absorción la que mayor se ha desarrollado, sin embargo, esta requiere actualización, por lo cual se debe seguir desarrollando e implementando estrategias para fortalecer todas las capacidades dinámicas con las cuales se promueva la satisfacción de las necesidades del entorno.

6. Análisis Externo

Este análisis se realizó con el fin de identificar los sectores de aplicación de las geociencias y sus requerimientos, en los cuales la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander puede aportar soluciones a través de su actividad de extensión, además se busca analizar

organizaciones similares para revisar los servicios que estas ofertan y la forma como los presentan a sus clientes. Para todo ello se realiza análisis de contenidos web con búsqueda en español y en inglés, así como unas entrevistas semiestructuradas a expertos regionales, complementando con un análisis a otras universidades y organizaciones basado en la metodología benchmarking.

6.1 Análisis de contenidos Web

La metodología seleccionada es la propuesta por McMillian (2000) la cual se basó en Krippendorff (1980), y consta de 5 pasos:

- 1. Formulación de la pregunta de investigación y/o hipótesis*
- 2. Selección de la muestra*
- 3. Definir Categorías*
- 4. Verificación de habilidad de codificación*
- 5. Análisis e interpretación de datos*

Así para cumplir con estos pasos se llevó a cabo lo siguiente:

6.1.1 Formulación de la pregunta de investigación y/o hipótesis.

Se formularon dos preguntas relacionadas con el segundo objetivo del presente proyecto.

A. ¿Cuáles son las tendencias en las geociencias?

B. ¿Cuáles son los sectores de las Geociencias con mayor proyección?

6.1.2 Selección de la muestra.

Para dar respuesta a las preguntas planteadas se diseñaron las siguientes ecuaciones de búsqueda:

Tabla 9

Ecuaciones de búsqueda

Ecuaciones de Búsqueda	
Ecuación A en español	(“tendencias” or “tendencia” or “actual” or “actualidad” or “futuro” or “pronóstico” or “orientación” or “visión” or “proyección”) and (“geociencias” or “geociencia” or “geología” or “ciencias de la tierra”)
Ecuación A en inglés	(“trends” or “trend” or “current” or “present” or “future” or “forecast” or “orientation” or “vision” or “projection”) and (“geosciences” or “geoscience” or “geology” or “earth science”)
Ecuación B en español	(“proyección” or “proyecciones” or “futuro” or “tendencias” or “tendencia” or “pronóstico” or “visión”) and (“sector” or “sectores” or “área” or “línea”) and (“geociencias” or “geociencia” or “geología” or “ciencias de la tierra”)
Ecuación B en inglés	(“projection” or “projections” or “future” or “trends” or “trend” or “forecast” or “vision”) and (“sector” or “sectors” or “area” or “line”) and (“geosciences” or “geoscience” or “geology” or “earth sciences”)

La selección de la muestra se hizo por medio del protocolo de selección que se expone en la Tabla 10.

Tabla 10

Protocolo de selección

Protocolo de Selección	
Motor de búsqueda:	Google Search
Criterios de inclusión:	<p>Páginas web relacionadas con las Geociencias</p> <p>Documentos adjuntos a las páginas web</p> <p>Páginas de organizaciones, revistas y redes sociales que brinden confiabilidad en la información</p>
Criterios de exclusión:	<p>Páginas web con una ventana de tiempo inferior a 5 años, es decir no se tendrán en cuenta páginas inferiores a 2017</p> <p>Información con títulos y resumen que no abarcan las temáticas estudiadas en el presente proyecto</p>
Criterios de Calidad:	Documentos con aporte significativo referente a las tendencias de las Geociencias
Unidad de análisis:	Páginas de inicio de sitios web (se tendrá en cuenta hasta la tercera jerarquía de estas)

6.1.3 Definir Categorías

Se encontraron dos fuentes principales de información, páginas web (de organizaciones, revistas, empresas, eventos, blogs) y documentos PDF (Libros, artículos, libros de abstract, presentaciones, informes, documentos de eventos), respecto al primer grupo, de acuerdo a las recomendaciones del autor de la metodología, para evitar variaciones por los posibles e inesperados cambios en los sitios web se recurre a definir una ventana de tiempo en periodo corto, para el presente trabajo esta fue de 2 semanas, también por el mismo objetivo y aprovechando las ventajas de softwares de análisis de datos, se descargaron en formato NVCX algunos sitios web con la extensión Ncapture del software Nvivo para posterior codificación y análisis. Los archivos en formato PDF fueron descargados para de igual forma ser codificados y analizados.

Para la codificación y análisis se comenzó con categorías no excluyentes las cuales son las siguiente: Sector mencionado, área de la geología o geociencias señalada, forma como estas se aplican o contribuyen al sector indicado y, por último, si la información hace referencia al pasado, presente o futuro de la geología o las geociencias.

6.1.4 Verificación de Habilidades de Codificación

Este paso se fue comprobando a medida que se desarrollaba la codificación, ya que toda investigación cualitativa requiere que durante el desarrollo y la identificación de las necesidades que se van presentando, se adapten los códigos y categorías. Cuando se va realizando un análisis parcial de resultados durante la investigación, se puede ir comprobando si este proceso de codificación se llevó de una forma adecuada al categorizar, tratar y analizar la información, con lo cual se verifican las habilidades de codificación.

6.1.5 Análisis e interpretación de datos

Los resultados obtenidos con las ecuaciones de búsqueda son:

Tabla 11

Resultado ecuación de búsqueda

Ecuación de Búsqueda	Cantidad de resultados	Cantidad seleccionada
A en español	6	5
A en ingles	180	32
B en español	26	5
B en ingles	134	23

Los resultados fueron analizados con el software Nvivo para encontrar las palabras con mayor frecuencia en los sitios seleccionados con cada una de las búsquedas, estas son:

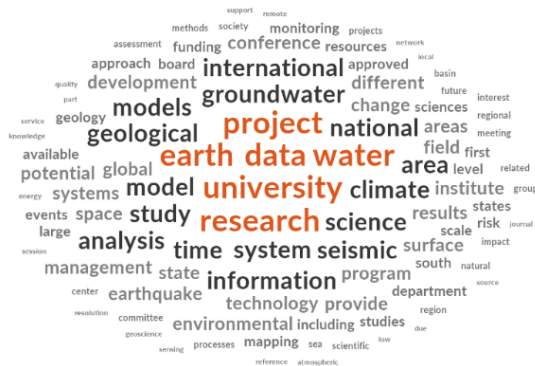
Figura 10

Ecuación A, búsqueda en español



Figura 11

Ecuación A, búsqueda en inglés



En el 2018 se llevó a cabo el XV congreso geológico chileno, el cual tuvo como 2 ejes temáticos, el primero GEOCIENCIAS, SOCIEDAD Y DESARROLLO SUSTENTABLE, donde se subdividió en 4 temas, Geociencias y Sociedad, Peligros y Riesgos Naturales, Recursos Naturales y Energéticos, GIAM Geología Ingenieril y Ambiental; el segundo eje temático fue INVESTIGACIÓN BÁSICA EN GEOCIENCIAS, donde se encontraban Geomorfología y Procesos Exógenos, Magmatismo y Metamorfismo, VOLC Volcanología, ESEG Estructura y Evolución Geodinámica, Sismotectónica, Neotectónica y Terremotos Recientes, Estratigrafía, Sedimentología y Paleontología, Áreas Emergentes en Geociencias.

En la Reunión anual de la Unión Geofísica Mexicana UGM del 2019 en las sesiones regulares se desarrollaron los temas: Arqueometría, Ciencias del suelo, Climatología, cambios climáticos y atmósfera, Exploración geofísica, Física espacial, Geodesia, Geohidrología, Geología del petróleo, Geología estructural y tectónica, Geología y geofísica ambiental, Geomagnetismo y paleomagnetismo, Geoquímica y petrología, Modelación de sistemas geofísicos, Oceanografía costera, Oceanología, Paleontología, Riesgos naturales, Sedimentología y estratigrafía, Sismología, Vulcanología. En la reunión del 2020 en las sesiones regulares se conversó de: Arqueometría, Ciencias del suelo, Climatología, cambios climáticos y atmósfera, Exploración geofísica, Física espacial, Geodesia, Geohidrología, Geología del petróleo, Geología estructural y tectónica, Geología y geofísica ambiental, Geomagnetismo y paleomagnetismo, Geoquímica y petrología, Modelación de sistemas geofísicos, Oceanografía costera, Oceanología, Paleontología, Riesgos naturales, Sedimentología y estratigrafía, Sismología, Vulcanología.

En cuanto a los resultados en inglés la General Assembly EGU (European Geosciences Union) 2022, tuvo como ejes temáticos Atmospheric Sciences, Biogeosciences, Climate: Past, Present & Future, Cryospheric Sciences, Earth Magnetism & Rock Physics, Energy, Resources

and the Environment, Earth & Space Science Informatics, Geodesy, Geodynamics, Geosciences Instrumentation & Data Systems, Geomorphology, Geochemistry, Mineralogy, Petrology & Volcanology, Hydrological Sciences, Natural Hazards, Nonlinear Processes in Geosciences, Ocean Sciences, Planetary & Solar System Sciences, Seismology, Stratigraphy, Sedimentology & Palaeontology, Soil System Sciences, Solar-Terrestrial Sciences, Tectonics & Structural Geology.

En la Asia Oceania Society of Geosciences Annual Meeting 2019 en donde se trataron temas relacionados a las siguientes disciplinas: Atmospheric Sciences, Biogeosciences, Hidrological Sciences, Interdisciplinary Geosciences, Ocean Sciences, Planetary Sciences, Solar & Terrestrial Sciences, Solid Earth Sciences.

En la Australasian Exploration Geosciences Conference del 2021, algunos de los temas tratados fueron: Geophysics in the Surveys, Geophysics in CSIRO, Canberra observed, Education matters, Environmental geophysics, Minerals geophysics, Seismic window, Data trends, Webwaves.

Por otro lado, Helmholtz Centre Potsdam German Research Centre for Geosciences del 2021 hace una proyección de los temas a investigar durante el periodo 2021 a 2027 tales como climate change, species decline and extinction, land use, non-sustainable exploitation of resources, pollution, and technologies as foundations for a science-based path into a sustainable future.

Finalmente, de acuerdo con (Abud Sebastiani et al., 2012) a partir de una evaluación de competencias de los profesionales del área de geología para afrontar las necesidades reales del medio realizada en Latinoamérica se relaciona a estos profesionales con actividades dedicadas a la exploración, aprovechamiento y gestión de recursos minerales, hídricos y energéticos; así como al análisis de riesgos geológicos, estudios ambientales y obras civiles, además de su desempeño

como académico y/o investigador en instituciones educacionales e instituciones de ciencia y tecnología.

Otros documentos relevantes encontrados son: Handbook of Mathematical Geosciences (2018), The 35th Nordic Geological Winter Meeting 2022, SIAM Conference on Mathematical and Computational Issues in the Geosciences 2017, 5th International Young Earth Scientists (YES) Congress (2019), digital land handbook (2020), entre otros.

Dentro de los documentos encontrados en la búsqueda y que no fueron seleccionados, se encontraron varios que, aunque no se centraban en la geología o en las ciencias de la tierra, hacían bastante mención a estas disciplinas o eran escritos por profesionales en ellas, dichos documentos se enfocaban en su mayoría en las siguientes temáticas: cambio climático, calentamiento global, energías, derretimientos de los polos y nivel del mar.

Es importante resaltar que los documentos encontrados, seleccionados y analizados son en su mayoría elaborados por organizaciones y asociaciones de gran importancia tanto a nivel de sus países como a nivel internacional, y algunos de estos documentos no se pudieron analizar en su totalidad por la extensión de los mismos y la gran variedad de temáticas, esto último también confirma que la geología y las ciencias de la tierra tiene una gran amplitud de campos, ramas, objetos de estudio, sectores en donde se emplean y aplicaciones en general, así como una gran importancia más allá de sus disciplinas propias, logrando un gran impacto multidisciplinario.

En este sentido, en la Tabla 12 se presenta un resumen de los sectores, industrias y áreas con mayor aplicación y necesidad de los conocimientos y servicios geológicos identificados a partir del análisis web.

Tabla 12

Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web

Sector	Requerimientos
Sector Minero	<p>-<i>Localización de fuentes minerales:</i> Estudio de mapas geológicos e imágenes por satélite, análisis de muestras de sedimentos, estimación de la cantidad de recurso en la mina.</p> <p>-<i>Extracción de minerales:</i> Análisis de riesgos de la mina, estudios del agua y de acuíferos, y sus movimientos, producción de mapas mineros y de modelos tridimensionales de la mina; todo ello apoyado en software especializado, análisis de núcleos, análisis de minerales.</p>
Sector del carbón	<p>-Localización de áreas carboníferas.</p> <p>-Localización de fuentes renovables de carbono.</p> <p>-Estudios de calidad del carbón.</p> <p>-Estudio de espesor de lecho o veta del carbón.</p>
Sector Hidrocarburos	<p>-Estudio de rocas sedimentarias.</p> <p>-Búsqueda de depósitos de petróleo.</p> <p>-Mapeo de superficies del suelo y del subsuelo.</p> <p>-Muestreo de aguas superficiales de pantano.</p> <p>-Estudios de Geo-sísmica.</p>

Continuación Tabla 12*Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web*

Sector	Requerimientos
Sector Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> -Estudios de muestras de núcleo de profundidad. -Estudios de rocas de yacimientos (espesor, porosidad y permeabilidad). -Predicción de suministros de petróleo.
Geo-amenazas (riesgos geológicos) y control de riesgos naturales	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Vigilancia y estudio a volcanes y su actividad.</i> - <i>Evaluación de riesgo, predicción y estudio de:</i> <ul style="list-style-type: none"> ° Procesos geodinámicos externos (Erosión, colapsos, deslizamientos, erosión, etc.). ° Procesos geodinámicos internos (Sismos, Terremotos, Vulcanismo). ° Procesos meteorológicos (Aludes, Lluvias torrenciales, Tornados, Huracanes, etc). ° Fenómenos solares (Tormentas solares). ° Descargas eléctricas atmosféricas. -<i>Realización y análisis de mapas de riesgos.</i>
Construcción, urbanización y movilidad	<ul style="list-style-type: none"> -Estudios de sedimentos. -Estudios geotécnicos. -Evaluación de riesgos: colapsos, deslizamientos, asentamientos de superestructuras ingenieriles. -Control geológico en obras civiles.

Continuación Tabla 12*Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web*

Sector	Requerimientos
Construcción, urbanización y movilidad	<ul style="list-style-type: none"> -Control geológico en obras civiles. -Estudios sobre el impacto paisajístico. -Estudios de materiales para edificaciones ecoeficientes.
Sector de energías renovables	<p><i>-Energía geotérmica:</i> Búsqueda de yacimientos geotérmicos, diseño y dirección de ejecución del campo de captación, predicción de capacidad de intercambio, pruebas de respuesta térmica, ensayos de bombeo, identificación de presencia de acuíferos, participación en el diseño de centrales geotérmicas. Desarrollo de buenas propiedades acuíferas en formaciones carbonatadas.</p> <p><i>-Transición energética:</i> Búsqueda de fuentes confiables y sostenibles para el suministro de recursos críticos como cobre, litio, níquel, cobalto, tungsteno, indio, galio, germanio y elementos de tierras raras en los que se basan tecnologías de energía limpia para sustentar la transición energética.</p>
Cuidado ambiental	<p><i>-Cambio climático y calentamiento global:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ° Estudios y predicciones de los procesos geológicos en el marco del cambio climático y el calentamiento global.

Continuación Tabla 12*Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web*

Sector	Requerimientos
Cuidado ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ° Seguimiento y estudio al derretimiento de los glaciares y los polos, y su impacto. ° Seguimiento y estudio del nivel del mar, predicciones del impacto e identificación de áreas de riesgo, y análisis de riesgos. ° Estudio del registro geológico que contiene información de los procesos de cambio climático en la historia de la tierra. ° Análisis de datos y generación de modelos predictivos de la temperatura terrestre. ° La captura y almacenamiento de carbono (CCS). ° Estudio y comprensión de las dinámicas de la tierra frente a cambios pasados, presentes y futuros. ° Estudios varios, entre ellos, utilizar el entorno del subsuelo profundo para secuestrar grandes volúmenes de dióxido de carbono durante largos períodos de tiempo. ° Desarrollo de buenas propiedades acuíferas en formaciones carbonatadas para el secuestro de gases de efecto invernadero y almacenamiento de residuos. ° Estudios de la calidad de aire, el ciclo del carbono, el secuestro de carbono geológico.

Continuación Tabla 12*Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web*

Sector	Requerimientos
Cuidado ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Estudio del impacto del cambio climático en las formaciones geológicas. ◦ Estudio del registro geológico. -<i>Huella del Carbono:</i> ◦ Investigación sobre el papel de la producción, remineralización, transporte y enterramiento de materia orgánica como componente del ciclo global del carbono. ◦ Metodologías para la mineralización de carbono y azufre en la subsuperficie -<i>Hidrología:</i> ◦ Predicción de suministros y cálculo de reservas de agua. ◦ Estudios hidrológicos de cuencas hídricas y calidad del agua. ◦ Determinación de los caudales sustentables y la vulnerabilidad de los acuíferos. ◦ Determinación de las medidas correctivas y de contingencia frente a eventos contaminantes. ◦ Evaluación del impacto de explotaciones de agua subterránea.

Continuación Tabla 12*Sectores y sus requerimientos. Búsqueda web*

Sector	Requerimientos
Sector Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> ° Estudios hidrológicos de yacimientos de agua, de acuíferos y cuencas hídricas. ° Determinación de los caudales sustentables. ° Estudios de sedimentos. ° Estudios geotécnicos. ° Estudios de composición, tratamiento y recuperación de suelos fértiles. ° Estudios para la agricultura regenerativa.

Para facilidad de la clasificación y presentación de la información, se separaron las industrias de los hidrocarburos, minería, el carbón y las energías renovables, sin embargo, todas ellas pertenecen al sector energético, lo mismo se realizó con las geo-amenazas y el cuidado ambiental, estas dos áreas se pueden agrupar en el sector ambiental. Estos dos grandes sectores son los que mayor diversidad de requerimientos e investigaciones presentan, ello también se pudo comprobar al encontrar resultados que solo tenían como temática o área específica uno de estos sectores y mientras que para los demás sectores no se encontraron documentos específicos de los mismos.

Cabe resaltar que para abordar la necesidad de generación y análisis de mapas, análisis de datos, generación de modelos predictivos y de estimaciones de reservas, se evidencia una tendencia en el uso de tecnologías de software como la inteligencia artificial y específicamente machine

Learning, tal es el caso de la Conferencia de geociencias de exploración de Australasia del 2021, el cual fue uno de los eventos en donde más se discutió sobre las aplicaciones del machine learning en el análisis de datos, allí se expusieron trabajos en los cuales por medio de estas tecnologías se complementan y amplían los métodos tradicionales, como por ejemplo técnicas para ayudar a interpretar datos geológicos grandes o complejos, aplicaciones para el análisis y predicción de sismos, lectura de mapas, lectura de fotografías, perforación de pozos, análisis de sistemas minerales en regiones cubiertas, análisis de imágenes con machine learning supervisado para datos electromagnéticos aéreos recopilados en el área de aguas subterráneas, predicción de litologías de rocas huésped, mapeo de prospectividad, detección y caracterización automatizadas de fracturas a partir de imágenes de núcleos de perforación sin envolver utilizando Mask R-CNN, entre muchas otras.

El digital land handbook (2020) fue el documento con mayor mención a la inteligencia artificial y el machine learning (unsupervised learning, supervised learning, reinforcement learning and deep learning), así como la data mining, procesamiento de lenguaje natural, big data, visión artificial y modelado gráfico, en el cual se menciona al Deep learning como el nuevo paradigma del machine learning, con esta tecnología la organización Digital Earth ha adoptado algoritmos de aprendizaje para resolver problemas de dominio, utilizando características convolucionales profundas jerárquicas y multiescala para asignar etiquetas semánticas significativas a los puntos en un punto tridimensional (3D), otro ejemplo es el de Li y Hsu (2018) que propusieron un enfoque de aprendizaje Deep learning para detectar automáticamente las características del terreno (es decir, dunas de arena, cráteres) a partir de imágenes de teledetección. En este documento se expone que, en comparación con los enfoques tradicionales basados en la inducción, el enfoque de deep learning podría detectar características diversas y complejas del

terreno con mayor precisión y procesar datos geospaciales masivos disponibles de manera más eficiente. Entre otros usos mencionados se encuentran: análisis de datos de conjuntos de datos geospaciales, mapeo de sitios.

Sakari Salonen y Miska Luoto en la 35.a Reunión Geológica Nórdica de Invierno 2022 presentaron un proyecto de reconstrucciones paleoambientales a partir de datos indirectos de microfósiles usando machine learning, logrando, por ejemplo, estudiar el impacto humano en los ecosistemas. En esa misma reunión Tomas Barnes, presentó estudio donde el reconocimiento de características geomorfológicas como las morrenas de Rogen se puede abordar mediante un enfoque simple de machine learning, logrando la detección de morrenas de Rogen en toda Noruega. En la asamblea del 2021 de la Unión Europea de Geociencias se mostraron investigaciones como: Aprendizaje automático probabilístico para mejorar la toma de decisiones con modelos geológicos en 3D (Florian Wellmann, et al) y Modelos de aprendizaje automático para la prospección de Hg en el distrito minero de Almadén (Lopez et al)

En la Conferencia SIAM sobre Aspectos Matemáticos y Computacionales en las Geociencias 2017, también se presentaron varias aplicaciones de estas tecnologías, cabe destacar lo expuesto por Ahmed H. Elsheikh y Behnam Jafarpour: El aprendizaje automático (ML) ha contribuido significativamente a los avances recientes en el procesamiento de imágenes y señales, el reconocimiento de patrones, los sistemas de recomendación, el procesamiento del lenguaje natural y la traducción automática. La mayoría de estas técnicas de aprendizaje automático podrían adaptarse para una amplia gama de aplicaciones en el modelado de yacimientos. Algunas aplicaciones para el modelado a múltiples escalas, el modelado de orden reducido y la cuantificación de la incertidumbre (UQ) de los yacimientos subterráneos, incluyen: (1) Cuantificación de incertidumbre asistida por aprendizaje automático (2) Calibración de modelo

estadístico acelerado de ML contra múltiples fuentes de datos (producción, sísmica, afloramientos, expertos) (3) Evaluación de riesgos cuantitativa utilizando enfoques basados en datos. Otra aplicación expuesta en conferencia es la parametrización de modelos geológicos con generativos de redes antagónicas

En el Encuentro anual de sociedad de geociencias de Asia Oceanía del 2019, presentaron usos del Machine learning y redes inalámbricas de sensores para el análisis de datos sísmicos en tiempo real, también se tuvo una charla titulada: Big Data, Machine Learning, and Data Analytics in Geosciences.

En conclusión, los avances tecnológicos en la inteligencia artificial enfocada al análisis de datos tienen un gran potencial para ser usados en las geociencias como una herramienta y un complemento a las técnicas tradicionales, lo cual permite una superación de límites y un avance en la generación y aplicación del conocimiento geológico.

6.2 Entrevistas Semi-Estructuradas

La entrevista es una técnica de la investigación cualitativa, en donde por medio de una conversación se busca indagar sobre un tema específico o un sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a preguntas planteadas sobre el tema. (Díaz Bravo et al., 2013)

Hay tres tipos de entrevistas, las primeras son las entrevistas estructuradas, en estas se hace preguntas estipuladas de antemano y un conjunto de categorías u opciones de respuesta para que el sujeto elija, se aplica en forma rígida teniendo la ventaja de la sistematización, sin embargo, la falta de flexibilidad no permite adaptación al sujeto que se entrevista y por ende una menor profundidad en el análisis. Las segundas son entrevistas no estructuradas, las cuales son flexibles

para poder adaptarse a los sujetos y a las condiciones, dándoles a los entrevistados tienen la libertad de ir más allá de las preguntas y pueden desviarse del plan original, sin embargo, puede presentar lagunas de la información necesaria en la investigación.(Díaz Bravo et al., 2013)

Por último, están las entrevistas semiestructuradas, en estas también se hacen preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados, las respuestas son abiertas y se permite aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos. Estas son las elegidas para aportar en el cumplimiento del objetivo debido a que ofrecen un grado de flexibilidad aceptable, garantizando la suficiente uniformidad para poder ser analizada e interpretadas en pro de los propósitos planteados. (Díaz Bravo et al., 2013)

6.2.1 Diseño de la entrevista

Con el fin de encontrar más información desde un punto de vista local, se diseñó una entrevista semiestructurada donde se plantearon preguntas relacionadas con la identificación de los sectores en donde se necesita la geología y los requerimientos de los mismos, así como sus temáticas para investigación y los laboratorios necesarios en un contexto actual y futuro de la geología.

1. ¿Cuáles sectores en Colombia y en el mundo considera están necesitando o podrían necesitar a futuro los "servicios y conocimientos" de Geología?

2. ¿Cuáles sectores en Colombia y en el mundo considera están necesitando o podrían necesitar a futuro los "servicios de laboratorios" de Geología?

3. ¿Cuáles necesidades pueden ser resueltas por la Geología en los sectores que usted consideró en las preguntas 1 y 2, así mismo en los siguientes sectores (agrícola, ambiental, energético, minero, hidrocarburos, construcción, urbanización y movilidad)?

4. ¿Cuáles laboratorios de Geología considera usted que necesitan ser desarrollados para abordar las necesidades de los diferentes sectores? (Ejemplo: Sector agrícola, ambiental, energético, minero, hidrocarburos, construcción, urbanización y movilidad)

5. ¿Cuáles considera usted que son las fortalezas y debilidades de la Geología en Colombia?

6. ¿Cuáles considera usted que son las tendencias de mayor aplicación de la Geología al sector productivo y económico?

7. ¿Cuáles temas de investigación considera que deben ser estudiados por las instituciones de educación superior para abordar necesidades actuales y futuras de la Geología?

8. ¿Qué laboratorios, herramientas y tecnologías considera son necesarios en las instituciones de educación superior para abordar necesidades actuales y futuras de la Geología?

6.2.2 Análisis de Resultados

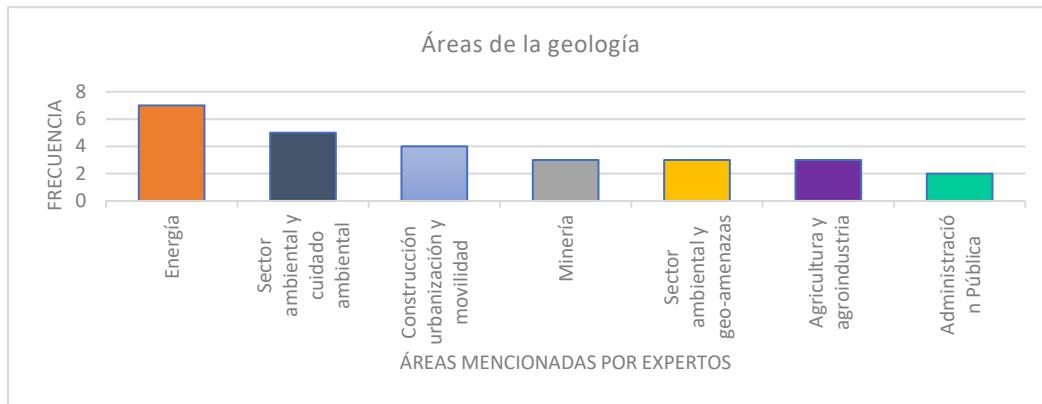
La entrevista se aplicó a 7 profesionales en el área de geología, los cuales fueron avalados por el tutor del presente proyecto, a quién también se le entrevisto ya que es el actual director de Escuela de Geología de la universidad Industrial de Santander; los nombres y el resumen de cada una de las entrevistas se puede ver en el Apéndice H.

Las entrevistas fueron analizadas y de acuerdo con los expertos el sector con mayor proyección, en cuanto a servicios geológicos y de sus laboratorios, es la Industria energética, especialmente en el área de hidrocarburos con temas como gestión de oleoductos y geoquímica orgánica de crudos, estos y los otros sectores se muestran a continuación:

- Energía: hidrocarburos, gas, carbón (mino-energético) y energías renovables.
- Minería. (minerales no energéticos)
- Sector ambiental y geo-amenazas: amenazas, riesgos y desastres naturales.
- Sector ambiental y cuidado ambiental: clima, cambio climático, contaminación atmosférica (ciclo del carbono), remediación ambiental, calentamiento global, estudio y cuidado de las fuentes hídricas y el océano.
- Construcción urbanización y movilidad: obras públicas y civiles, vías, túneles y puentes.
- Agricultura y agroindustria.
- Administración Pública.

Figura 14

Sectores identificados por expertos



En este sentido algunas de las necesidades que pueden ser resueltas por la Geología en los sectores que se mencionaron anteriormente son:

Energía: la eficiencia energética y búsqueda de nuevos minerales hidrocarburos, correlación roca - crudo- gas, exploración de hidrocarburos a más de 15000 pies, geoquímica de isotopos estables en aguas y rocas, geoquímica sedimentaria, geoquímica orgánica de crudos, condensados y roca, escaneo de núcleo, búsqueda de yacimientos no convencionales de hidrocarburos; identificación de regiones prospectivas para yacimientos de Litio, tierras raras, yacimiento de hidrogeno, Helio Argón asociado a gas natural metano; búsqueda de yacimientos geotérmicos, pruebas de respuesta térmica.

Minería: caracterización de geomateriales, explotación de minas, mapeo detallado con drones, estudio de imágenes satelitales, estudios de acuíferos dentro de las minas, análisis de muestras minerales.

Sector ambiental y geo-amenazas: estudio de fallas geológicas, cartografía geológica, prevención y atención de desastres, amenazas y riesgos naturales, evaluación de riesgos geodinámicos externos e internos.

Sector ambiental y cuidado ambiental: determinación de fuentes de contaminación de acuíferos superficiales, investigación del clima, remediación ambiental, hidrogeología en ambientes continentales y litorales, estudios hidrológicos de cuencas hídricas y calidad del agua y de aguas subterráneas, cálculo de reservas de agua, estudios de oceanografía; estudios de climatología, oceanografía y edafología.

Construcción, urbanización y movilidad: mapeo detallado con drones, estudios geotécnicos y de sedimentos, evaluación de riesgos en obras civiles por colapsos y deslizamientos.

Agricultura y agroindustria: erosión litoral, pesca, acuíferos, la plantación y estudio de suelo para los cultivos, estudios geotécnicos y de sedimentos, tratamiento y recuperación de suelos fértiles.

Administración Pública: Patrimonio natural y cultural, Cartografía geológica, Políticas Públicas.

Solo uno de los expertos menciona el desarrollo de machine learning para el análisis de Big-Data, lo cual tiene varias aplicaciones en los distintos sectores, también uno de ellos mencionó las ramas de la geología: micropaleontología y bioestratigrafía.

Respecto a los laboratorios de Geología que necesitan ser desarrollados para abordar las necesidades de los diferentes sectores, los entrevistados mencionaron los siguientes:

-Laboratorio de petrografía avanzada

-Laboratorio de geoquímica sedimentaria orgánica e inorgánica	-Laboratorio de petrofísica
-Laboratorio de geofísica	-Laboratorio de cartografía
-Laboratorio de preparación de muestras	-Laboratorio de Geotecnia
-Laboratorio de análisis de isotopos estables	-Laboratorio de Bioestratigrafía
-Laboratorio de aguas	-Laboratorio de paleo ambientes
	-Laboratorio de paleomagnetismo
	-Laboratorio de AMS 14C
	-Laboratorio de hidrogeología.

En la quinta pregunta, los entrevistados coincidieron en que las fortalezas de la geología en Colombia son:

- El trabajo en campo y los laboratorios geológicos naturales (campo): Colombia es un país con una rica variedad de formaciones geológicas, múltiples amenazas geológicas, paisajes y en general con gran geodiversidad.
- El interés creciente de la sociedad hacía la geología y sus campos de acción e investigación, además de la confluencia con otros valores patrimoniales.
- Los profesionales en geología tienen la oportunidad de trabajar en diferentes campos ya que posee un perfil muy amplio para abordar el mercado laboral, como en geología superficial, sedimentología, paleontología, estratigrafía.

En cuanto a las debilidades de la geología en Colombia se concuerdan las siguientes:

- Falta de equipos: por ejemplo, no se realizan rotaciones radiométricas en rocas por falta equipos especializados, esta falta de elementos relevantes genera dificultad.

- Ausencia de matemáticas y ciencias de la computación en la solución de problemas geológicos: los modelos matemáticos, métodos de solución y los avances en tecnologías como la inteligencia artificial ha llevado a la geología a un mayor desarrollo en países donde se aprovechan dichas herramientas, pero en Colombia se ve un poco o nula implementación de estas.
- Escasa divulgación y apoyo a al trabajo geológico: la falta de marketing sumado al excesivo tecnicismo no ha permitido posicionar la geología como la ciencia de vital importancia que es; la falta de inversión en investigación y corrupción llevan a una poca investigación, y por ende a una baja producción científica, con pocas publicaciones peer-reviewed.
- Algunas áreas con falencias que son importantes en la geología colombiana: tales como geoquímica isotópica, geoquímica de aguas, geomecánica, métodos geofísicos y física de rocas.

En cuanto a las tendencias de mayor aplicación de la Geología al sector productivo y económico, los entrevistados mencionaron:

- Industria del Petróleo y Gas, exploración para aumentar la producción de reservas de hidrocarburos.
- Programación, uso de machine learning.
- Industria de la Construcción.
- Industria minera, minería de oro.

- Geología ambiental, cambio climático, prevención y atención de desastres, erosión costera.
- Oceanografía de ambientes someros y profundos.
- Geomorfología
- Cartografía por GIS

Los temas de investigación considerados que deben ser estudiados por las instituciones de educación superior para abordar necesidades actuales y futuras de la Geología son:

- Energético y minero energético: exploración de hidrocarburos, contribución al mejoramiento de las técnicas de extracción.
- Transición energética: geología de yacimientos de tierras raras y litio.
- Mineralogía: estudio de comportamiento y componentes de minerales en suelos.
- Geología ambiental y cambio climático: remediación ambiental, remediación de contaminación de acuíferos y aguas superficiales, cambio climático, paleoclimatología, secuestro de CO₂ de las emanaciones de grandes generadores de CO₂ en Colombia, climatología, comportamiento de humedad, comportamiento del estrés hídrico.
- Riesgo geológico y geoamenazas: predicción de terremotos, geología ambiental enfocadas a amenazas, riesgos y desastres.
- Industria en general: localización de nuevos georecursos de interés industrial, Generación de empresas y venta de servicios.

- Geología planetaria
- Geoquímica: geoquímica orgánica e isotópica, geoquímica sedimentaria.
- Generación de mapas donde se identifica formas del terreno y zonas de resistencia de rocas.
- Agricultura
- Bioestratigrafía
- Oceanografía, oceanografía de ambientes someros y profundos.
- Micropaleontología
- Geomorfología de costas, erosión costera,
- Modelo fotométrico

Finalmente, los expertos entrevistados consideran necesario que, para abordar necesidades actuales y futuras de la Geología, las instituciones de educación superior ofrezcan laboratorios como (en paréntesis se asocia la frecuencia con la que se mencionaron):

-Laboratorio de geoquímica
(orgánica, inorgánica y sedimentaria)

(5)

-Laboratorio de geofísica (4)

-Laboratorios de Cartografía (3)

-Laboratorio de Petrografía (3)

-Laboratorio de preparación de
muestras (3)

-Laboratorio de Secciones delgadas
de rocas (2)

-Laboratorios de Geotecnia (2)

-Laboratorio de hidrogeología (2)

- Laboratorio de petrofísica (1)
- Laboratorio de Fotogrametría (1)
- Laboratorio de microscopia básica y avanzada (1)
- Laboratorio de geomecánica (1)
- Laboratorio de modelamiento análogo (1)
- Laboratorio de pruebas ambientales con equipos para la síntesis y modificación de geomateriales (1)
- Laboratorio de análisis de isotopos estables (1)
- Laboratorio de Bioestratigrafía (1)
- Laboratorios de paleoambientes (1)
- Laboratorios de paleomagnetismo (1)
- Laboratorios de micropaleotología (1)
- Laboratorios de AMS 14C (1)

Para lo cual necesitan herramientas y tecnologías como:

Herramientas:

Estereomicroscopios y microscopios petrográficos

Microscopios ópticos con equipo de cómputo y fotográfico

Equipos de corte, desbaste y pulido para la preparación de muestras

Equipos de medición de propiedades geofísicas

Equipos para la reproducción de contextos geológicos

Equipos de hidrogeología

Equipos de oceanografía

Espectrómetro de masa ICP-MS

Cromatógrafo de gases GC-FID

Tecnologías:

Software de interpretación y tratamientos de imágenes

Software de modelamiento de yacimientos

6.3 Análisis de Otras Universidades y Organizaciones

Con este análisis se identificó información adicional de los sectores y requerimientos mencionados en el segundo objetivo de este proyecto y como resultado se obtiene una guía para la selección de nuevos servicios tecnológicos a ofertar por la Escuela de Geología UIS y la estructuración de su portafolio de servicios. Por ello, se planteó analizar las mejores universidades de Colombia, de Latinoamérica y a nivel mundial que ofertan programas en el área de geociencias, y organizaciones colombianas que ofrecían servicios de laboratorio en esta misma área.

En consecuencia, en las universidades se revisaron los laboratorios, y los grupos de investigación, las líneas y boletines de noticias de estos grupos, en busca de las áreas, temas, sectores e investigaciones que poseen y/o desarrollan, dentro del sector de las geociencias. Además, para las universidades y otras organizaciones colombianas se recopilaron los servicios de laboratorio que estas ofrecen en el área estudiada; y finalmente, se observó la forma y la estructura como cada una de las organizaciones analizadas presentaban sus portafolios de servicios.

Para este análisis se utilizaron los pasos de la metodología del benchmarking, ya que este es un “proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales.” (Tijerina Acosta, 1999). Es importante aclarar que es un proceso “continuo y a largo plazo: el benchmarking no es una actividad que se realiza una sola vez, es un proceso que tiene lugar en un período extenso de tiempo. El comportamiento de cualquier empresa y su desempeño no son estáticos, cambian con el tiempo” (Tijerina Acosta,

1999), por tanto en este trabajo se presenta una primera iteración, el cual la Escuela de Geología debería seguir ejecutando periódicamente para poderse efectuar un proceso completo de benchmarking.

6.3.1 Metodología Benchmarking

Se utilizaron las 6 etapas del benchmarking como base metodológica para esta fase, estas son explicadas por (Tijerina Acosta, 1999):

1. **Determinar a que se le va a realizar el proceso:** Identificar las necesidades para definir los asuntos específicos (productos, servicios, funciones, procesos o estrategias) a los cuales se les va a realizar el benchmarking
2. **Formar un equipo de benchmarking:** Aunque se puede hacer de forma individual, es recomendable hacer la mayor parte de los esfuerzos de benchmarking en equipo. Por ello es necesario seleccionar, orientar y dirigir el equipo de benchmarking, determinando los roles y responsabilidades específicas para cada miembro del equipo.
3. **Seleccionar compañías a hacer benchmarking:** Se identifican las mejores organizaciones y fuentes de información que se utilizarán.
4. **Recopilar información de benchmarking:** Se seleccionan las fuentes y los métodos específicos de recopilación de información, y se recopila la misma de acuerdo con el protocolo establecido.

5. **Analizar información de benchmarking:** En esta etapa se resume la información recopilada, y se analiza de acuerdo con las necesidades originales, con ello se elaboran recomendaciones para la mejora.
6. **Incorporar mejoras a procesos:** Además de la puesta en marcha de las mejoras, también se incluyen las actividades de seguimiento.

Con ello las fases llevadas a cabo en el presente trabajo fueron:

Fase 1. Objetivos: Se establecieron los objetivos entorno a dos áreas, la primera enfocada a los grupos y líneas de investigación de las universidades, la segunda centrada en los servicios de los competidores y la estructura del portafolio de distintas organizaciones.

- Recopilar los grupos de investigación, líneas de acción y laboratorios de las mejores universidades colombianas, universidades de Latinoamérica y del mundo, en el área de geociencias.
- Identificar los servicios ofrecidos por las mejores organizaciones y Universidades en Colombia que puedan considerarse competencia para la Escuela de Geología UIS.
- Estudiar las estrategias en la forma de estructurar y exponer el portafolio de las organizaciones colombianas, y universidades nacionales y extranjeras, que ofrecen servicios de laboratorios en el área de geociencias.

Fase 2. Selección de los objetos de estudio: los objetos de estudio se seleccionaron en 3 categorías:

Organizaciones Colombianas: Con el fin de escoger las mejores organizaciones que pueden considerarse competencia de la Escuela de Geología UIS, se investigaron indicadores relacionados al desempeño de la prestación de servicios y las estrategias de presentación del portafolio, sin embargo, no se encontró ninguno. Por ello, para las universidades se realizó una búsqueda en el Sistema Nacional de Información para la Educación Superior (SNIES, n.d.), del Ministerio de Educación Nacional, en donde al consultar los programas de Geología, Geociencia e Ingeniería Geológica se encontró que 12 universidades tienen registro o acreditación para ofertar estos programas, entre ellas, la Universidad Nacional tiene registro para ofertar dos programas distintos en el área de geociencias, Geología en su sede de Bogotá e Ingeniería Geológica en su sede de Medellín, la Universidad Antonio Nariño y la Universidad de Santander aunque tienen registro, en su página no oferta el programa ni servicios relacionados a este, con ello en total son 11 programas de pregrado en 10 universidades; el listado y la información recopilada se puede apreciar en el Apéndice I. Así al no poderles medir con indicadores el desempeño de la prestación de su servicio o de su actividad de extensión, se eligió como objeto de estudio a todas ellas. En cuanto a otras organizaciones no universitarias, de nuevo al no poder medirlas con indicadores, se optó por elegir aquellas que aparecían dentro de los primeros 50 resultados en una búsqueda realizada por Google Search.

Organizaciones Latinoamericanas: Al presentarse la misma situación en cuanto a la falta de indicadores específicos, estas organizaciones se eligieron de entre las primeras 20 universidades latinoamericanas que aparecían en el QS World University Rankings by Subject 2021 en el área de geología; el ranking es elaborado por la consultora QS Quacquarelli Symonds, “un grupo de expertos de educación superior global y compiladores de la cartera de rankings universitarios más consultados del mundo”, para ello utilizan 5 componentes que permite medir de forma completa a

las universidades, esto son: Reputación académica, Reputación del empleador, Citas de investigación por artículo, Índice H y Red Internacional de Investigación (por área de facultad amplia), además este ranking evalúa a las mejores universidades del mundo en 51 áreas individuales, permitiendo tener una lista de mejores universidades según su desempeño en el área de geología. En total 13 de estas universidades contaban con información para ser analizada, el listado y la información recopilada se puede apreciar en el Apéndice J.(India Today, 2022)

Organizaciones a nivel mundial (no latinoamericanas): Estas organizaciones también se eligieron de acuerdo al QS World University Rankings by Subject 2021 en el área de geología, tomando aquellas que ocupaban los primeros 20 lugares dentro del ranking, donde 17 de estas contaban con información para ser analizada, el listado y la información recopilada se puede apreciar en el Apéndice K.

Fase 3. Recopilación de la información: La fuente de información seleccionada fue las páginas web de la universidades y organizaciones seleccionadas, en ellas se recopiló la información referente a: servicios en el área de laboratorios, descripción de la estructura y presentación del portafolio de servicios; para el caso de las universidades también se hizo una recopilación de los laboratorios, grupos y líneas de investigación relacionado con las geociencias. En los Apéndices I, J y K puede consultarse la información recopilada, una vez finalizada la fase 2 y 3 se diseña el protocolo de selección presentado en la Tabla 13.

Fase 4. Analizar información de benchmarking: una vez recolectada la información se analizó con el fin de cumplir los objetivos planteados en la primera fase de la metodología del benchmarking; los resultados se presentan en la Sección 6.3.2

Fase 5. Incorporar mejoras a procesos: Los resultados fueron presentados en el taller de la Cocreación y se incorporaron en la propuesta del portafolio de servicios presentado a la Escuela de Geología.

Tabla 13

Protocolo de selección benchmarking

Protocolo de Selección	
Motor de búsqueda:	Google Search
Criterios de inclusión:	<ul style="list-style-type: none"> -Universidades colombianas con registro en el ministerio de educación para ofertar programas de Geociencias. -Organizaciones colombianas que ofertan servicios de laboratorio relacionados con las geociencias que aparezcan en los primeros 50 resultados de la búsqueda y tengan una actualización de hace 5 años o menos en su sitio web. -Universidades que se ubiquen en los primeros 20 lugares del ranking “QS World University Rankings by Subject 2021” en la categoría de geología.
Unidad de análisis:	Sitios web

6.3.2 Resultados

6.3.2.1 Organizaciones Nacionales.

Laboratorios, grupos y líneas de investigación de las universidades

En las 10 universidades seleccionadas se revisaron los grupos de investigación y sus líneas de investigación, en busca de las áreas, temas y sectores en que se enfocan estas universidades, dentro de las geociencias. El total de grupos de investigación entre todas ellas es de 49, estos fueron clasificados según las áreas en las que se enfocaban, la mayoría de ellos abarcaban más de una; las 14 áreas con mayor frecuencia se listan en la Tabla 14, y se pueden observar la frecuencia de todas ellas en la

Área	Cantidad de Grupos
Geología Económica	5
Geodinámica y sismología	4
Geoquímica	4
Oceanografía, Geología marina y Glaciología	4
Biogeociencia y Geobiología	4
Geoamenazas	4
Minería	4

Figura 15, mientras que la información recopilada se presenta en el Apéndice I.

Tabla 14.

Áreas de investigación de las universidades colombianas

Área	Cantidad de Grupos
Geología estructural	14
Medio Ambiente	9
Mineralogía	7
Geología histórica	7
Energía	6
Geofísica	5
Geomorfología	5

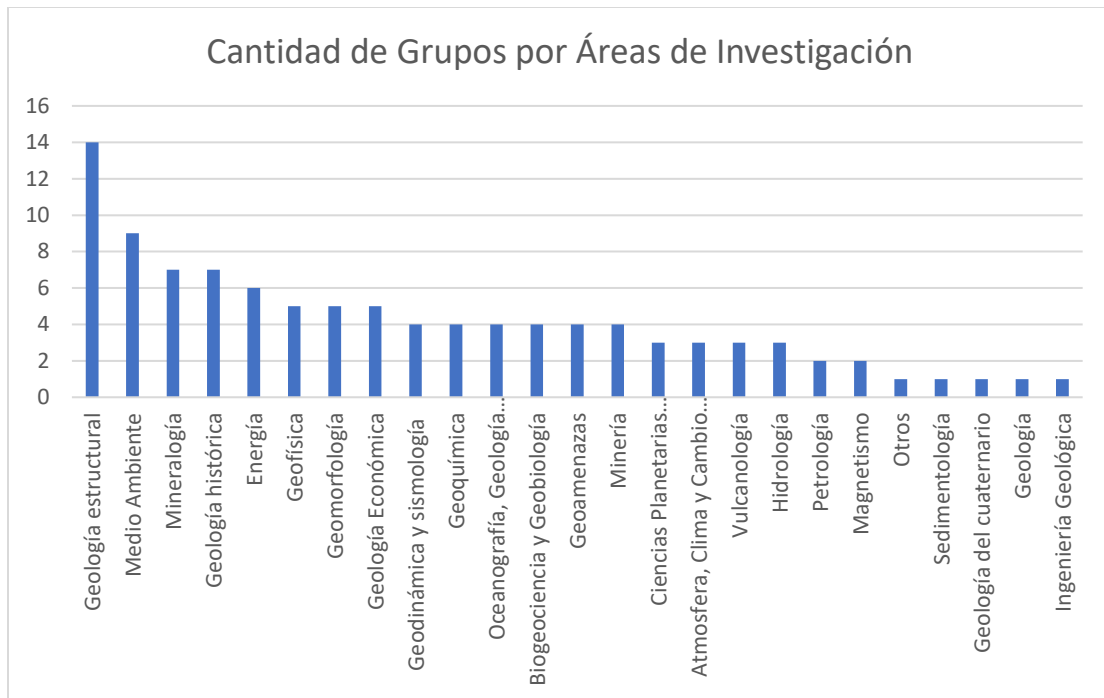
Continuación Tabla 14

Áreas de investigación de las universidades colombianas

Área	Cantidad de Grupos
Geología Económica	5
Geodinámica y sismología	4
Geoquímica	4
Oceanografía, Geología marina y Glaciología	4
Biogeociencia y Geobiología	4
Geoamenazas	4
Minería	4

Figura 15

Cantidad de grupos por áreas de investigación



En estas universidades también se identificaron las líneas de investigación y/o trabajos investigativos relacionados con los sectores identificados en el análisis web, ellas se pueden ver en Tabla 15.

Tabla 15

Sectores y áreas de investigación en universidades colombianas

Sector	Áreas de Investigación
Sector Minero	<ul style="list-style-type: none"> -Herramienta base para la exploración minera. -Interpretación de imágenes multiespectrales y aéreas. -Métodos para reducción de desechos y aumento de la eficacia. Mejoramiento de las prácticas y procedimientos extractivos. Aprovechamiento de los recursos minerales colombianos.

	<p>-Solución de problemas de carácter social, ambiental, económico y legal asociados a la minería legal e ilegal desarrollada en el territorio colombiano.</p> <p>-Composición, potenciales y riesgos asociados a la minería.</p> <p>-Generación de valor agregado a la información mediante la generación, el procesamiento y la evaluación de los geodatos.</p>
Sector	-Evolución tectono-estratigráfica de las cuencas sedimentaria del país, que
Hidrocarburos	redundan en procesos de exploración de fuentes convencionales y no convencionales de hidrocarburos (CBM) y carbón y depósitos minerales asociados.

Continuación Tabla 15

Sectores y áreas de investigación en universidades colombianas

Sector	Áreas de Investigación
Sector	-Caracterización de yacimientos de hidrocarburos.
Hidrocarburos	<p>-Interpretación de imágenes multiespectrales y aéreas.</p> <p>-Mejoramiento de las prácticas y procedimientos extractivos.</p> <p>-Generación de modelos que permitan predecir la distribución y geometría de los sistemas de fracturas y cómo éstos afectan la circulación de fluidos en el subsuelo, para solucionar problemas relacionados con los mismos (hidrocarburos e hidrogeología).</p> <p>-Análisis de eventos de inundación.</p>

Geo-amenazas	-Interpretación de imágenes multiespectrales y aéreas.
(riesgos geológicos) y control de riesgos naturales	-Investigación de los procesos naturales (deslizamientos, inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, erosión, entre otros), su intensidad y recurrencia en Colombia.
Cuidado ambiental	-Modelamiento matemático de procesos oceánicos y costeros como una herramienta de análisis. -Creación y utilización de una base de datos de parámetros Oceánicos y costeros. -Modelamiento y simulación de la evolución de los posibles derrames de petróleo en las zonas de influencia de la industria petrolera colombiana.

Continuación Tabla 15

Sectores y áreas de investigación en universidades colombianas

Sector	Áreas de Investigación
Cuidado ambiental	-Variabilidad de nuestros océanos responde a los procesos climáticos de escala global.
Sector Agrícola	-Estudios en la caracterización, valoración y alternativas de manejo del recurso hídrico en Colombia.

Servicios y Portafolio de las Organizaciones

Dentro de las universidades nacionales se encontró que 5 de las 10, ofrecen servicios de extensión relacionados con las geociencias, cabe aclarar que la Universidad Nacional ofrece servicios diferentes en sus sedes de Bogotá y Medellín con programas y facultades distintas, por lo que se tomó como dos organizaciones distintas para efectos del análisis, con ello se puede decir que 6 de 11 organizaciones universitarias ofrecen los servicios mencionados. Todos estos servicios son ofertados a través de sus laboratorios y algunos también mediante sus grupos de investigación.

Los programas de pregrado, grupos de investigación, laboratorios y servicios se ofertan en los sitios web oficial de cada una las universidades, sin embargo, el Departamento de Geociencias de la Universidad de los Andes, la Facultad de Ciencias (sede Bogotá) y la Facultad de Minas (sede Medellín) de la Universidad Nacional, al igual que la Escuela de Geología de la Universidad de Santander, cuentan con un sitio web propio, el resto de escuelas, departamentos o facultades de las universidades que cuentan con los programas relacionados a las geociencias, no tienen un sitio propio. La Universidad del Norte y la Universidad de los Andes cuentan con anuncios pagos dentro de los resultados de Google, no obstante, al buscar específicamente laboratorios de geología, las universidades que aparecen en la primera página de resultados son la Universidad Eafit y la Universidad del Valle, y al buscar servicios de laboratorio de geología, además de estas dos universidades, aparece también la Universidad de Santander y la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Sin hacer una distinción de servicios similares o iguales, en total se recopilieron 361 servicios que ofertan las universidades, incluyendo servicios similares o sustitutos, esto no solo soportados por laboratorios y grupos de investigación relacionados a geología, sino además a la ingeniería ambiental, la agropecuaria, la ingeniería civil, ingeniería geológica e ingeniería de minas, en las cuales se aplican conocimientos de las geociencias.

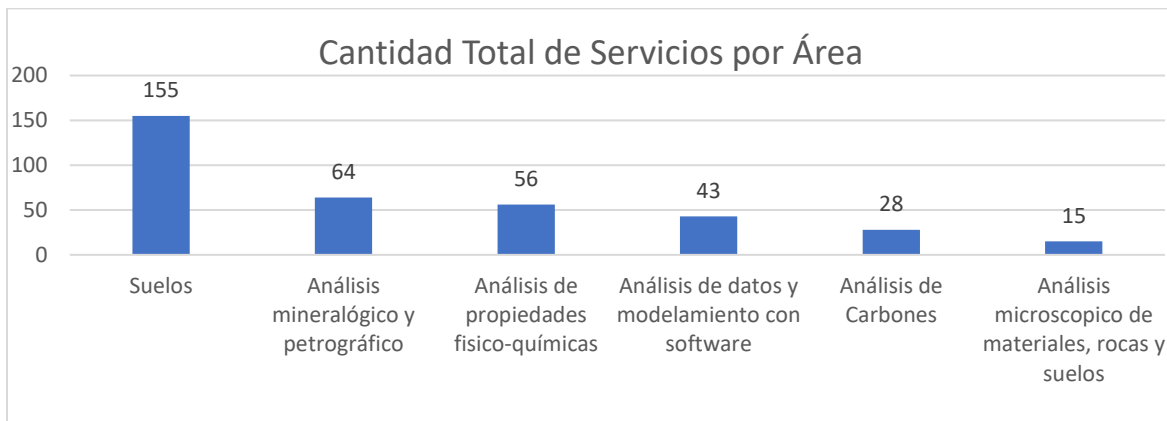
Los servicios de estas universidades se agruparon en 6 categorías, la cantidad de servicios en cada una de ella se puede apreciar en la Figura 16. La categoría de análisis microscópico de materiales, rocas y suelos están orientados a materiales en general y no exclusivamente a objetos de estudio de la geología; en los análisis de propiedades físico-químicas son dirigidos a muestras de rocas y minerales, de suelos, incluyendo pruebas geo-eléctricas; en los análisis de datos y modelamiento con software se encuentran servicios en distintas áreas, tales como análisis de escenarios de cambio climático (especialmente en cuencas hidrográficas), análisis de eventos de inundación, análisis de información oceanográfica, análisis de optimización territorial con información georreferenciada (SIG), análisis de vulnerabilidad de recursos energéticos ante el cambio climático, estudio de vulnerabilidad y riesgo geológico, estudios de comportamiento de gases en minas, estudios de prospección y exploración geológica- minera y medio ambiental, estudios evolutivos de coberturas y usos de suelo, estudios geo estadísticos, estudios para la búsqueda de aguas subterráneas y perforación de pozos, estudios para la búsqueda de yacimientos metálicos, no metálicos e hidrocarburos, evaluación de yacimientos minerales, evaluación geológica y geofísica de diferentes proyectos minero energéticos e hidrogeológicos, modelación hidráulica: tránsito de rompimiento de presas, modelos físicos, modelamiento estructural de cuencas a partir del monitoreo sísmico y procesamiento de la información con software de avanzada en 2D y 3D.

La categoría de análisis del carbón incluye estudios de propiedades físico-químicas, análisis petrográfico y análisis de datos para cálculos y predicciones, que si bien podrían incluirse en las otras categorías planteadas, por la cantidad encontrada se vio la necesidad de asignar una categoría específica para el carbón, esto no sucedió en otras áreas de estudio específicas de la geología tal como la hidrología, en donde no se encontraron suficiente cantidad de servicios para

ser considerados en una sola categoría. El listado de los servicios se puede consultar en el Apéndice I.

Figura 16

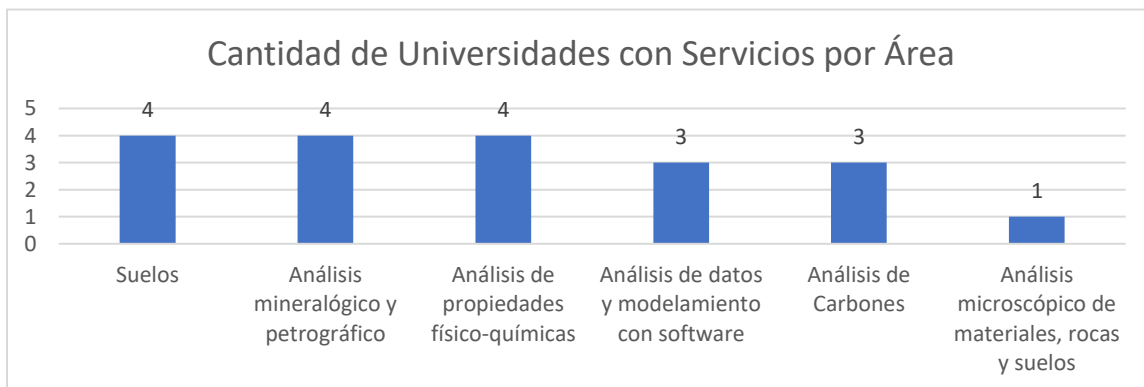
Cantidad total de servicios por área



En la Figura 17 se puede apreciar la cantidad de universidades que ofrecían servicios en cada una de las categorías.

Figura 17

Cantidad de universidades con servicios por área



Las universidades que resaltaron por la forma en que se presentaban los servicios son: Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y sede Medellín, y la Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá: En la página de la facultad se encuentra una pestaña de extensión con la opción de Portafolio de Asesorías y Consultorías, en esta sección se presenta un archivo en formato PDF en donde se listan los servicios ofrecidos por cada uno de los departamentos de la facultad incluyendo el de geología, además ahí mismo hay una pestaña de laboratorio donde se muestran los servicios de extensión por cada departamento, para el caso de geología hay 3 laboratorios, que aunque no se menciona sus nombres, si se mencionan sus servicios; la información que contiene es: el nombre del servicio, una breve descripción del mismo, algunas aclaraciones y sus respectivos precios, aunque algunos no tienen un precio, estos últimos están en función de salario mínimo.

También en la página principal de la universidad hay una pestaña de extensión en donde se puede seleccionar servicios a empresas, se redirige a la página de extensión en donde se muestran todos los servicios según categorías, entre ellas están laboratorios, dando clic se despliega las instrucciones para buscar en el sistema Hermes los laboratorios que ofertan servicios a empresas, si se busca por geología aparecen 2 laboratorios de la sede Medellín y uno de la sede Bogotá, sin embargo no son exclusivos de geología, teniendo pocos servicios relacionados al área.

Universidad Nacional de Colombia sede Medellín: Desde el sitio web de la sede se accede a la página de investigación y extensión, desde allí hay dos opciones, una en la barra de menú donde se puede dirigir al sistema de información de laboratorios de la universidad a nivel nacional, necesitando saber muy específicamente que se desea buscar, o hay un recuadro que

puede ser fácilmente ignorado, donde redirige a los servicios de extensión a terceros incluyendo los laboratorios, se pueden observar los laboratorios que prestan servicios de extensión o se pueden observar por facultades y luego por temas (sin distinción si ofrecen servicios de extensión o no). Desde la página de la facultad también se puede acceder a los laboratorios y sus respectivos servicios, sin embargo, no se encuentra exclusivamente los que ofrecen servicios de extensión.

Por cualquiera de las rutas mencionadas, al dar clic al laboratorio, se redirige al portal del sistema de información de la investigación de esa universidad, llamado Hermes, y en este se presenta la información del laboratorio, una descripción, el coordinador encargado, los servicios ofrecidos y el equipo, además en la parte izquierda, se presenta la sede, facultad, departamento, ubicación, datos de contacto y horarios de atención.

Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia: En la página principal de la universidad hay una pestaña para servicios, y allí hay un link para descargar el portafolio de servicios de la universidad en formato PDF donde están por sedes los grupos de investigación y los laboratorios con sus servicios a terceros, en la página principal en la pestaña de investigación al dar clic aparece la opción de investigación y otra de extensión, en esta última también hay un portafolio de servicios descargable en formato PDF donde listan los laboratorios y presentan los centros de investigación, uno de ellos es el instituto de recursos minero energético el cual lista sus laboratorios con una descripción, sus equipos y los servicios de cada uno de ellos.

Todas las universidades concuerdan en brindar información de contacto para los respectivos servicios.

Parte del portafolio de la UPTC se puede ver en la

Figura 18, otros ejemplos se pueden apreciar en el Apéndice L.

Figura 18

Portal Web UPTC

Uptc
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

INICIO | UNIVERSIDAD | SEDES | PROGRAMAS | ADMISIONES | BIBLIOTECA | INVESTIGACIÓN | EDUCACIÓN VIRTUAL | CONTRATACIÓN | COMUNICACIONES | SERVICIOS

Información general

Servicios

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

IRME
Instituto de Recursos Mineros Energéticos

PORTAFOLIO DE SERVICIOS

En el Instituto de Recursos Mineros y Energéticos -IRME, tenemos más de treinta años de experiencia en la prestación de servicios al sector geológico y minero en la región y el país, contamos con profesionales expertos en las diferentes ramas de las Ciencias de la Tierra, y laboratorios dotados de equipos de alta tecnología, con un personal calificado haciendo uso de buenas prácticas científicas, ambientales y acciones de mejora continua que le permiten satisfacer las necesidades de sus clientes mediante principios de calidad y oportunidad.

- ⊕ Laboratorio de aguas, química y química ambiental
- ⊕ Laboratorio de carbones
- ⊕ Laboratorio de gas asociado al carbón
- ⊕ Laboratorio de electrónica
- ⊕ Laboratorio de geofísica
- ⊕ Laboratorio de Minería y medio ambiente
- ⊕ Laboratorio de petrografía
- ⊕ Laboratorio de suelos y rocas

Nota. Portafolio de Servicios UPTC. Recuperado de la Pagina web de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

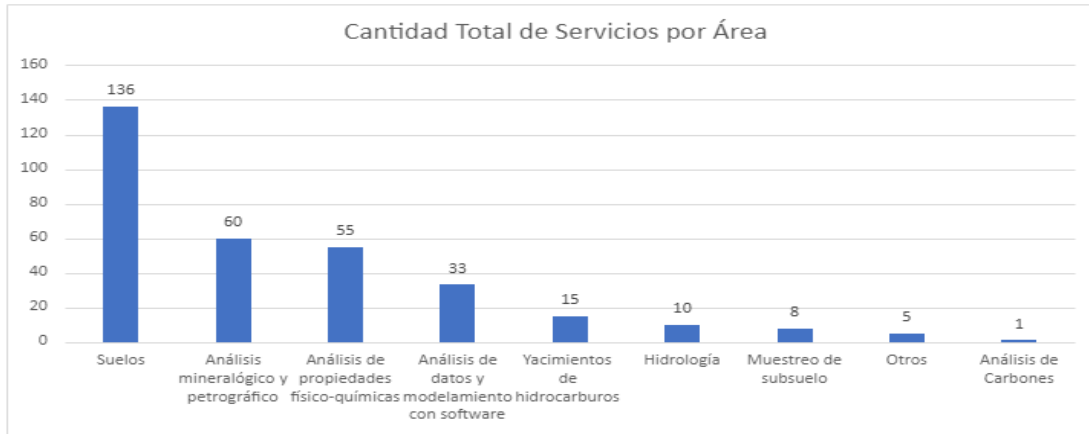
En cuanto a otras organizaciones colombianas distintas a universidades, se encontraron 6 dentro de los primeros 50 resultados al buscar “servicios de laboratorio de geología” y 3 organizaciones más al buscar “servicio de laboratorio de geología en Bucaramanga”, de ellos solo uno contaba con sede en Bucaramanga, no obstante, aunque tienen página en Facebook y anuncio en Páginas Amarillas, el link del sitio web no funciona, y la última publicación en la red social es del año 2019; otra organización encontrada solo ofrece venta y alquiler de equipos para laboratorios geológicos. Con todo ello, en total se seleccionaron para el análisis 8 organizaciones, ver Apéndice I.

Estas organizaciones se encuentran orientadas especialmente a servicios de análisis de suelos, para el sector agrícola y construcción, además de otros ensayos para estos mismos sectores; también se encontró que prestan servicios de hidrología, y servicios orientados a la industria petrolera. Respecto a laboratorios específicos, varias de estas organizaciones cuentan con laboratorio de petrografía y laboratorio de rocas. En total estas organizaciones prestan alrededor de 323 servicios en el área de las geociencias y sus aplicaciones, el listado se puede consultar en el Apéndice I, y en la Figura 19 se puede observar la cantidad de recursos según las mismas categorías encontradas en los servicios de las universidades adicionando 4 nuevas: yacimientos de hidrocarburos, muestreo de subsuelo, hidrología y otros; dejando el análisis de carbones a pesar de encontrar un solo servicio en esta categoría.

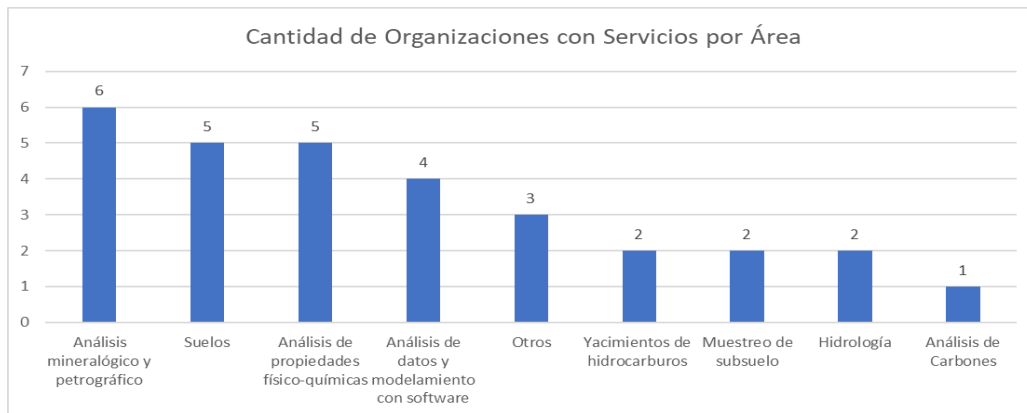
En la categoría de análisis de datos y modelamiento con software se encontraron 3 servicios específicos para el monitoreo y alertas de geoamenazas; en la categoría de otros se incluyen servicios como: datación de muestras geológicas, ensayos de geometalurgia y geoambiente, y servicios para el área marina como: estudios con Piston Core (especializado para sedimentos marinos), batimetría, Backscatter y perfilamiento Submarino. En la Figura 20 se puede apreciar la cantidad de organizaciones que ofrecen servicios en cada una de las categorías.

Figura 19

Cantidad total de servicios por área

**Figura 20**

Cantidad de organizaciones con servicios por área



Finalmente, se encontró que el Servicio Geológico Colombiano a partir de la información generada por sus actividades ofrece otros servicios, lo cual es un ejemplo del uso innovador de los resultados de trabajos de investigación y de laboratorios para complementar los servicios que se ofrecen desde los mismos. Algunos de ellos son: Aplicativo web de datos históricos e instrumentales de las actividades sísmica, volcánica, deformación de la corteza terrestre y

movimientos en masa, Aplicativos temáticos para la consulta y uso de información temática (Geoquímica, Geofísica, Metalogénica, Depósitos minerales y Potencial Mineral), Bases temáticas de datos y bancos temáticos de información, Aplicación del Atlas Geológico de Colombia 2020, Aplicativo web del inventario nacional de manifestaciones hidrotermales de Colombia, Aplicativo web de fallas activas de Colombia, escala 1:1.500.000, Litoteca (uso de salas de consulta, servicio de fotografía, consulta de núcleos y ripios entre otros), Suministro de información a través del portal web y Geo-portal.

En cuanto a la forma como ofrecen sus servicios, todas las organizaciones disponen datos de contacto y algunas incluyen un link para comunicarse a través de WhatsApp o un formulario para poder ser contactados, también se evidenció que la mayoría cuenta con una estructura clara y estandarizada para la presentación de los servicios, con información que los complementa, como por ejemplo el precio, el código interno para el servicio o las condiciones para la contratación; los ensayos de suelos en su mayoría son presentados con la norma que los rige. También se presenta información como los beneficios de los servicios, la experiencia de la organización, así como los equipos y las tecnologías.

Los documentos adicionales presentados en los sitios web, están en formato PDF. Algunas organizaciones utilizan estos documentos como un complemento a la información del sitio o presentan la misma información del sitio web en este formato. La descripción de la forma como cada organización presenta su portafolio de servicios y la compilación de todos los servicios ofertados por estas organizaciones se puede consultar en el Apéndice I, además se puede revisar algunos de los ejemplos de estos portafolios en el Apéndice L. Algunas de las organizaciones con portafolios más completos se presentan a continuación:

Servicio Geológico Colombiano SGC: En la página de inicio dando clic a la sección de nosotros y luego acerca del SGC, se selecciona el portafolio de servicios, el cual está dividido por 7 divisiones técnicas, dando clic a cada una se presentan el objetivo de la misma y se listan los productos y luego los servicios de cada división, algunos de estos tienen link a la página donde se explica de forma completa los servicios y las normativas relacionadas.

Los servicios ofertados por la dirección técnica de laboratorios tienen como nota aclaratoria: Los servicios se prestan a los procesos misionales del Servicio Geológico Colombiano y se brinda soporte a entes gubernamentales.

Gems SA: El sitio web cuenta con una sección de servicios donde se listan varias categorías, al hacer clic en cada una de ellas se listan los servicios; la categoría de laboratorio se muestra una descripción que incluye el objetivo, la experiencia y los recursos más relevantes. Presentan también varias fotografías de los equipos y servicios.

HGA Hidrología, Geología, Ambiental: El sitio web cuenta con una sección de servicios en donde se listan 4 áreas en las que prestan los servicios, una de estas áreas presenta los servicios en un párrafo, la otra hace una muy breve explicación y listan las actividades, las otras dos áreas están a su vez divididas en tipos de servicios con una descripción del mismo, unas imágenes relacionadas y un catálogo en formato PDF por cada uno, este catálogo no está estandarizado, algunos cuentan con la lista de clientes, las aclaraciones sobre precio, el equipo utilizado y sus características, el software, el proceso realizado, los análisis específicos o el personal, todos cuentan con una descripción o introducción.

Suelos y Pavimentos Gregorio Rojas & CIA LTDA: Presenta los servicios de laboratorio de ensayos y ensayos especiales, con un código interno, el nombre del ensayo y la normativa que lo rige.

Figura 21

Portal Web Suelos y Pavimentos Gregorio Rojas & CIA LTDA

CÓDIGO INTERNO	ENSAYOS EN SUELOS	DOCUMENTO NORMATIVO
S001	Determinación del Contenido de Humedad de Suelos y Rocas, con base en la Masa.	NTC 1495-13
S002	Determinación del Límite del Líquido, del Límite plástico y del Índice de Plasticidad	NTC 4630-99
S004	Determinación de los Factores de Contracción.	NTC 1503-01
S005	Determinación de la Resistencia a la Compresión	NTC 1527-00

Nota. Portafolio de Servicios Suelos y Pavimentos Gregorio Rojas & CIA LTDA. Recuperado de la Pagina web de la empresa Suelos y Pavimentos Gregorio Rojas & CIA LTDA.

Concrelab: El sitio web cuenta con una sección de laboratorios, entre ellos se encuentran los de Geotecnia y Petrografía, en el primero de ellos se presenta una breve introducción, un video, material fotográfico, una opción de contacto para asesorías personalizadas, algunos servicios destacados y un link para dirigirse a un formato en PDF con el listado de los servicios, este documento cuenta con una práctica explicación de la forma como se presentan los servicios, los cuales tienen un código de referencia interna, el nombre del servicio o denominación del ensayo, la norma de identificación que lo rige, y las sedes en donde se presenta además de un símbolo para indicar si el servicio cuenta con acreditación; al final se presenta la información de contacto y links

para observar la ubicación de cada sede en las distintas ciudades, así como links a la página web y las redes sociales (Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram y YouTube).

En la sección del laboratorio de petrografía se presenta una pequeña introducción, un video, la información que se puede determinar o estudiar por medio de sus servicios, y finalmente presentan 4 tipos de ensayos (Inspección Petrográfica del Concreto Endurecido, Petrografía de Roca en Sección Delgada, Inspección Petrográfica de Agregados para Concreto, Determinación Microscópica del Sistema de Vacíos de Aire en Concreto) y un link para ver el listado completo de servicios en formato PDF, este tiene exactamente la misma estructura y elementos que se encuentran en el listado de servicio geotécnicos. Al hacer clic en cada tipo de ensayo, se carga un documento en PDF en donde se presentan las especificaciones del ensayo (Nombre técnico, Nombre común, Código SAP, Norma técnica), la descripción del ensayo, recomendaciones, cantidades mínimas requeridas según la norma, y condiciones como el tiempo de ejecución y entrega de resultados o condiciones de recolección.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC: Este instituto presta servicios de suelos a través del laboratorio nacional de suelos, para acceder a la información sobre este se puede hacer desde la página principal siguiendo la ruta: El Igac, Áreas estratégicas, dirección de gestión de información geográfica, agrología, y allí se encuentra la sección del laboratorio nacional de suelos. Después de presentar de forma general el laboratorio, explica cada uno de los 6 tipos de análisis (análisis químicos, físicos, biológicos, mecánicos, mineralógicos y micromorfológicos), presentan también los nombres e información de contacto de los jefes de cada área del laboratorio, y finalmente hay un enlace para visualizar el tarifarios de los servicios.

En el tarifario se presenta una muy breve descripción de la utilidad de los servicios, y un top 3 de los productos más solicitados, posteriormente están presentados los servicios con: el nombre del servicio, el Código interno y el valor; estos están agrupados por los 6 tipos de análisis. finalmente se hace unas aclaraciones sobre la entrega de resultados y un sistema de descuentos de acuerdo con el número de muestras.

Los servicios del Laboratorio de Suelos también están incluidos dentro del portafolio del servicio del IGAC, el cual se puede consultar el formato PDF en la página principal de la organización, sección productos y publicaciones.

INGEOGIS LTDA: El sitio web tienen una sección de servicios en donde se presentan los ocho tipos de servicios (Sistemas de información geográfica, Geología y minería, Planes de ordenamiento territorial, Estudios Geotécnicos, Perforaciones, Estudios Ambientales, Topografía, Muestreos), dando clic a cada uno se despliega la información específica sobre ellos con una descripción y una galería de imágenes asociadas a cada servicio específico.

En la página principal también se encuentra la sección empresa, donde se dispone un link para descargar el portafolio en formato PDF. en este documento primero se presenta: Quienes Somos, Visión y Misión. Luego están listados los servicios, agrupado por los tipos ya mencionados, finalmente se presenta un párrafo con la descripción de la experiencia de la empresa y los logos de los aliados estratégicos y los clientes.

6.3.2.2 Universidades Latinoamericanas

Laboratorios, grupos y líneas de investigación

En los resultados encontrados de las 13 universidades Latinoamericanas se observa una inclinación hacia los estudios en historia de la Geología y sus derivados para conocer el origen y la evolución de la tierra, así como la comprensión del funcionamiento del sistema natural y alteraciones incluidas por el hombre. Este conocimiento ayuda a obtener un espectro amplio en cuanto a las características del relieve y del medio ambiente que en consecuencia facilitan la exploración, aprovechamiento y gestión de recursos minerales, hídricos y energéticos; análisis de riesgos geológicos y estudios ambientales. Se revisaron y clasificaron un total de 113 laboratorios y grupos de investigación según su área de especialidad, los resultados se encuentran en el Apéndice J y se resumen en la Tabla 16 y la Figura 22.

Tabla 16.

Áreas de investigación de las universidades latinoamericanas

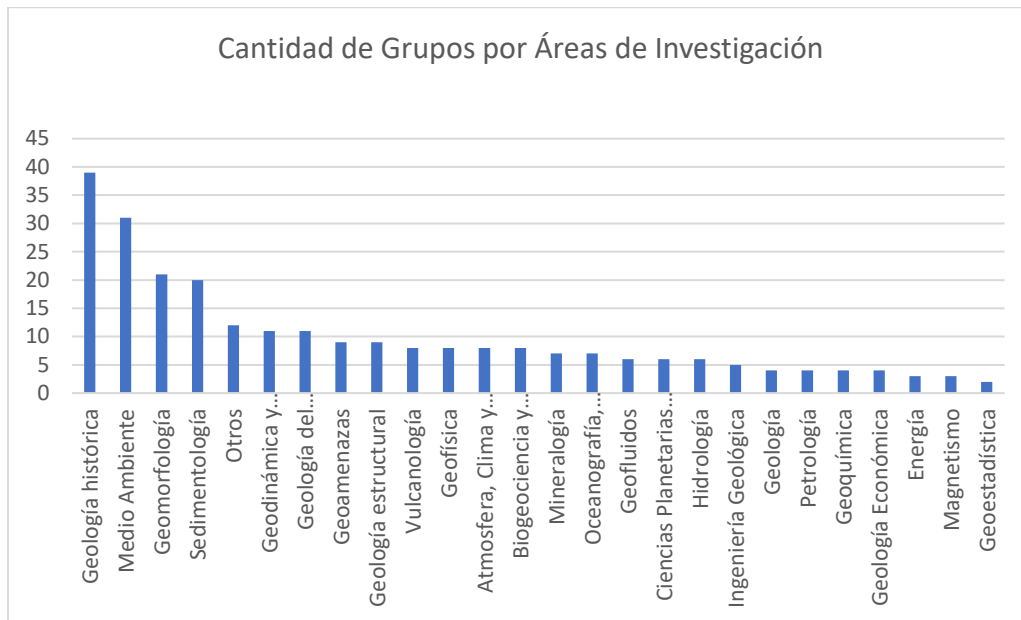
Área	Cantidad de Grupos
Geología histórica	39
Medio Ambiente	31
Geomorfología	21
Sedimentología	20
Otros	12
Geodinámica y sismología	11
Geología del cuaternario	11
Geoamenazas	9
Geología estructural	9
Vulcanología	8

Continuación Tabla 16*Áreas de investigación de las universidades latinoamericanas*

Área	Cantidad de Grupos
Geofísica	8
Atmosfera, Clima y Cambio Climático	8
Biogeociencia y Geobiología	8
Mineralogía	7
Oceanografía, Geología marina y Glaciología	7
Geofluidos	6
Ciencias Planetarias (Astrogeología, Geología Planetaria, Astrofísica...)	6
Hidrología	6
Ingeniería Geológica	5
Geología	4
Petrología	4
Geoquímica	4
Geología Económica	4
Energía	3
Magnetismo	3
Geoestadística	2

Figura 22

Cantidad de grupos por áreas de investigación



De los sectores identificados se pueden ver las líneas de investigación y/o trabajos de las universidades Latinoamericanas detalladamente en Tabla 17.

Tabla 17

Sectores y áreas de investigación en universidades latinoamericanas

Sector	Áreas de Investigación
Sector Minero	<ul style="list-style-type: none"> -Estudios para Almacenamiento Geológico de Carbono – CCS -Origen y evolución de las cuencas sedimentarias geoconservación - Análisis petrogenéticos de rocas magmáticas y metamórficas - Emplazamiento de yacimientos minerales

Continuación Tabla 17*Sectores y áreas de investigación en universidades latinoamericanas*

Sector	Áreas de Investigación
Geo-amenazas (riesgos geológicos) y control de riesgos naturales	<ul style="list-style-type: none"> -Evolución tectónica pre-andina del margen sudoccidental de Gondwana. Su influencia en la estructuración de Los Andes -Geodinámica andina -Riesgos naturales y antropogénicos -Neotectónica de margen chileno -Naturaleza y significado tectono-magmático de las estructuras transversales de la corteza en los Andes: estudios de casos seleccionados de la Zona Volcánica Sur -La retroalimentación entre tectónica activa, flujo de fluidos y mineralización en un reservorio geotérmico andino: un estudio de caso del sistema Tolhuaca, sur de Chile - Geodinámica en zonas de subducción -Estudios Agrarios (Estructuración de la Planificación Política: Ocupación y colonización de RS) - Análisis Ambiental y dinámica territorial - Geotecnologías aplicadas a la gestión del territorio
Construcción, urbanización y movilidad	<ul style="list-style-type: none"> -Producción del espacio, planificación y gestión a escala metropolitana y urbana -La dinámica de los paisajes en los ambientes costeros -Arquitectura mecánica y evolución dinámica de fallas de caldera

Continuación Tabla 17*Sectores y áreas de investigación en universidades latinoamericanas*

Sector	Áreas de Investigación
Construcción, urbanización y movilidad	<ul style="list-style-type: none"> -Evolución de Vertebrados anamniotas en el Mesozoico y Paleógeno -Icnología aplicada a estudios estratigráficos secuenciales y sedimentológicos de medios marinos a marino-marginales - Evolución tectónica pre-andina del margen sudoccidental de Gondwana. Su influencia en la estructuración de Los Andes - Geodinámica andina
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Palinología y flora extinta de Sudamérica - Paleontología de vertebrados e invertebrados - Biomecánica y morfología funcional de vertebrados extintos - Evolución de la corteza y metalogenética - Suelos, paleosoles y dinámica del paisaje - Catalizadores y adsorbentes para aplicaciones industriales y en medio ambiente - Calidad del aire
Sector Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> - Logística, agricultura y uso de la tierra brasileña - Tecnología Poscosecha - No Contaminantes

Presentación del Portafolio de Servicio de las Universidades

Teniendo en cuenta su reconocimiento y que por su geografía es posible que se puedan replicar algunos de los servicios de estas universidades en Colombia, se realizó una revisión de los

servicios de extensión en las mismas. En total 8 universidades prestan servicios de extensión, la mayoría de listan brevemente los servicios prestados a empresas externas y otras solo mencionan sus laboratorios, en algunas universidades como la Universidad de São Paulo se indican los centros de apoyo a la investigación. Sin embargo, se encuentran otras universidades que se destacan por sus esfuerzos como la Universidad de Campinas en Brasil donde su laboratorio de Geociencias participa en pruebas de aptitud internacionales organizadas por la IAG (International Association of Geoanalysts) cada seis meses. Asimismo, universidades como la Universidad de Concepción, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Federal Fluminense, se destacan porque asociado a la investigación ofrecen apoyo mediante incubadoras para fomentar la investigación, innovación y emprendimientos a través de nuevas ideas que transforman el sector productivo con productos y servicios innovadores para la sociedad.

Finalmente, se eligieron las siguientes 2 universidades y 1 organización debido a que muestran un portafolio de servicios detallado, estos son la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y la organización externa, el Laboratorio LAGEM, el cual es un “Laboratorio” Nacional que agrupa a su vez, los laboratorios que contienen los grandes equipos analíticos e infraestructura de la UNAM, de la Universidad de Sonora y del Instituto Tecnológico de Sonora, el cual adicionalmente dispone de una descripción de sus áreas de investigación y de su infraestructura; en el Apéndice L se muestra parte del portafolio de estas universidades y organización.

Pontificia Universidad Católica de Chile: Dentro de los Servicios de extensión ofrecidos por la universidad se encuentran servicios de apoyo (incubadoras), asesorías y estudios, asistencia legal y laboratorios. La ruta para acceder a los servicios tecnológicos es: Inicio -Extensión - Servicios profesionales - Análisis técnico y ensayos de laboratorio, allí se puede encontrar por

categorías variedad de servicios, cada uno tiene las siguientes características; ubicación, datos de contacto (teléfono, correo, responsable), horario, sistema de reserva de servicios (Cuestionario corto en la página del servicio nombre, asunto, correo y mensaje), tarifas y condiciones (en formato UF/hora y presentado en PDF tienen una tarifa preferencial para estudiantes y se comprometen a incluir en los agradecimientos al equipo de laboratorio así como la cita en las publicaciones en que se utilicen los resultados suministrados, estas tarifas para empresas externas no están sujetas a ninguna condición). Para los servicios de microscopía además de la información anterior se presenta una descripción, ficha técnica del equipo, imágenes y aplicaciones (análisis que pueden realizarse con ese equipo).

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): En el inicio de su página web se encuentra un enlace hacia la investigación, donde menciona los laboratorios por cada departamento, también tiene un enlace denominado vinculación donde mencionan los convenios entre estos el laboratorio LAGEM y laboratorios y servicios que son los mismos laboratorios que están en cada departamento cada uno tiene un vínculo que lleva a una descripción detallada de cada servicio, la infraestructura, ubicación, responsables y datos de contacto. También es importante mencionar que las interfaces básicas de usuario como menús, ventanas, contenido gráfico, cursor, y beeps son de fácil acceso.

Figura 23*Portal Web UNAM*

Nota. Portafolio de Servicios UNAM. Recuperado de la Pagina web de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Laboratorio Nacional LANGEM: agrupa laboratorios que contienen los grandes equipos analíticos e infraestructura de varios institutos de la UNAM, Universidad de Sonora y el Instituto Tecnológico de Sonora. Este Laboratorio tiene en su página principal un enlace directo para las Líneas de investigación, otro para los Laboratorios del LANGEM y otro diferente para los Servicios donde se observa los estudios o análisis, y en algunos de ellos además se menciona la técnica empleada para cada laboratorio, en otro vinculo denominado costos se especifica que estos análisis están sujetos a previa cotización por parte del responsable del laboratorio, pues éstos pueden variar de acuerdo al tipo y/o cantidad de muestras, así como al tipo de proyecto o servicio.

6.1.2.3 Universidades No Latinoamericanas

Laboratorios, grupos y líneas de investigación

Las 17 universidades cuentan con un total de 151 grupos de investigación entre todas ellas, los cuales se enfocan en diversas áreas de la geología y en distintos temas, como el cambio climático, algunos grupos son exclusivos para un área, mientras que otros abordan varias, incluso varios de ellos eran de carácter multidisciplinario. Las 10 áreas con mayor frecuencia se enlistan en la Tabla 18, y se pueden observar la frecuencia de todas ellas en la Figura 24, mientras que la información completa con el nombre de la universidad, el país, los grupos de investigación, los temas y trabajos investigativos se presentan en el Apéndice K.

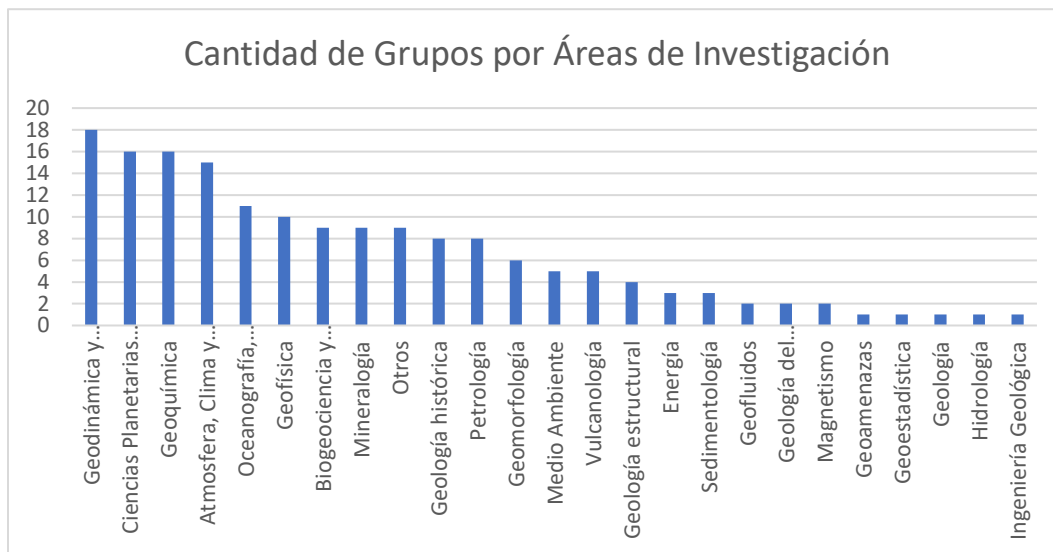
Tabla 18

Áreas de investigación de las universidades no latinoamericanas

Área	Cantidad de Grupos
Geodinámica y sismología	18
Ciencias Planetarias (Astrogeología, Geología Planetaria, Astrofísica...)	16
Geoquímica	16
Atmosfera, Clima y Cambio Climático	15
Oceanografía, Geología marina y Glaciología	11
Geofísica	10
Biogeociencia y Geobiología	9
Mineralogía	9
Otros	9
Geología histórica	8

Figura 24

Cantidad de grupos por áreas de investigación



En estas universidades también se identificaron las líneas de investigación y/o trabajos investigativos relacionados con los sectores identificados en el análisis web, ellas se pueden ver en Tabla 19.

Tabla 19

Sectores y áreas de investigación universidades no latinoamericanas

Sector	Áreas de Investigación
Sector Minero	<p>Formación de diamantes y petrología del manto.</p> <p>Propiedades físicas de los componentes minerales de las rocas.</p> <p>Composiciones isotópicas y elementales a granel de los materiales geológicos.</p> <p>Formación de yacimientos minerales</p> <p>Investigación y capacitación en exploración de diamantes</p>

Continuación Tabla 19*Sectores y áreas de investigación universidades no latinoamericanas*

Sector	Áreas de Investigación
Sector Hidrocarburos	Formación de combustibles fósiles.
Geo-amenazas (riesgos geológicos) y control de riesgos naturales	Deformación de la corteza regional y riesgos sísmicos. Interpretación sísmica. Estudios analógicos y numéricos de procesos tectónicos Geomorfología de laderas y fluviales Deformación provocada por sismo. Señales acuáticas para detectar cambios en las cuencas hidrográficas del Ártico. Predicción de humo de incendios forestales Modelos para viscosidad de fusión y reología de magma
Construcción, urbanización y movilidad	Análisis de zonificación Vulnerabilidad de la ubicación de la infraestructura de la industria ante el cambio climático. Geofísica experimental de ultra alta presión.
Sector de energías renovables	Desarrollo de materiales que agreguen valor a la industria del litio y la electromovilidad. Separación y purificación sostenibles de productos bioquímicos y biocombustibles mediante membranas. Estudios experimentales y de campo en yacimientos magmáticos e hidrotermales.
Cuidado ambiental	Revegetación de residuos mineros en entornos semiáridos Integración de datos de biodiversidad a través de la IA Mapeo de bosques de manglares

Continuación Tabla 19*Sectores y áreas de investigación universidades no latinoamericanas*

Sector	Áreas de Investigación
Cuidado ambiental	<p>Composición del ecosistema derivada de la espectrometría</p> <p>Sulfuración colorimétrica para el reciclaje de aluminio</p> <p>Fraccionamiento isotópico microbiano</p> <p>Características geomórficas en el paisaje</p> <p>Duración de la temporada de crecimiento, productividad y balance de carbono de los ecosistemas globales bajo el cambio climático</p> <p>Controles químicos, físicos y biológicos de los ciclos del carbono y especies químicas relacionadas en el océano</p> <p>Estudios de campo, de laboratorio y de modelado de las composiciones isotópicas de los gases traza atmosféricos.</p> <p>Química atmosférica y su papel en el cambio climático</p> <p>Desarrollo de tecnologías para la detección de trazas químicas atmosféricas</p> <p>Interacciones de la luz solar y el calor con la superficie y la atmósfera de la Tierra</p> <p>Aplicaciones de la teledetección para comprender los procesos climáticos.</p> <p>Calibraciones de la temperatura del suelo y del aire usando GDGT ramificados para el trópico Andes de Colombia.</p> <p>Controles ecohidrológicos de los flujos de drenaje de carbono en cuencas hidrográficas naturales e impactadas por el hombre</p> <p>Proyecciones presentes y futuras de la extensión de los glaciares</p> <p>Importancia de los metales en los entornos oceánicos y del suelo.</p>

Continuación Tabla 19*Sectores y áreas de investigación universidades no latinoamericanas*

Sector	Áreas de Investigación
Cuidado ambiental	La acidificación de los océanos y el papel de los extremófilos en el ciclo geoquímico en la Tierra
Sector Agrícola	Recubrimientos para proteger y mejorar diversos microbios para mejorar la salud del suelo y el rendimiento de los cultivos. Métodos de agricultura regenerativa y su impacto en los nutrientes de los alimentos Secuestro de carbono a través de prácticas sostenibles por parte de pequeños agricultores Técnicas de agricultura regenerativa

Presentación del Portafolio de Servicio de las Universidades

Así como se evidencio en las universidades nacionales y latinoamericanas, dentro de las 17 mejores universidades del mundo, la mayoría no tenían un portafolio estructurado para sus servicios tecnológicos, solía ser una lista poco detallada de estos servicios, en esta investigación solamente resaltan 2 universidades, Universidad de California, Berkeley (UCB) y Universidad Harvard, ya que disponen de una mejor estructura en la presentación de sus servicios.

Universidad de California, Berkeley (UCB): La ruta de acceso a los servicios tecnológicos se encuentra en el vínculo designado como Servicios de Laboratorio, en primera instancia se encuentra una tabla resumen de las tarifas por el uso de las instalaciones y difieren para usuarios internos (UC) y usuarios externos (privados). Esta tarifa esta por hora y aumenta si

es necesario el servicio de asistente de laboratorio. Más adelante se describen los laboratorios, los equipos de laboratorio y sus especificaciones, y se detallan los estudios que se pueden realizar por cada laboratorio. Por último, se observa los datos de contacto del responsable de cada laboratorio.

Figura 25

Portal Web Universidad de California, Berkeley (UCB)

The screenshot shows a webpage titled 'Lab Services' with a sub-section 'Recharge Rates'. Below the title, there is a paragraph explaining the recharge fee and providing contact information for John Grimsich. A table lists various lab services and their rates for different user categories. To the right of the table, there are navigation links for 'News', 'Quick Links', and a social media icon for Facebook. At the bottom right, there is a banner for 'Apply to Grad'.

	UC		Private	
	independent	w / assistance	independent	w / assistance
Rock Crushing and General Sample Prep	\$ 30.00	\$ 40.00	\$ 30.00	\$ 80.00
Thin section lab, grinding and polishing	\$ 30.00	\$ 40.00	\$ 30.00	\$ 80.00
Scanning Electron Microscope (SEM, EDS, EBSD)	\$ 60.00	\$ 70.00	\$ 60.00	\$ 140.00
X-ray Diffractometer (XRD) Custom	\$ 60.00	\$ 70.00	\$ 60.00	\$ 140.00
Fabrication / Lab Projects	N/A	\$ 70.00	N/A	\$ 140.00

Contact Name: John Grimsich
Email: jgrimsich@berkeley.edu

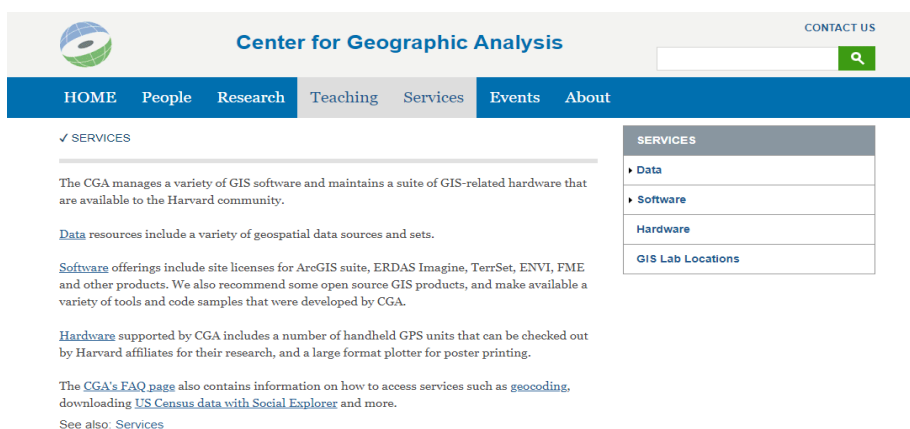
Nota. Portafolio de Servicios UCB. Recuperado de la Pagina web de la Universidad de California, Berkeley

Universidad Harvard: En su página de inicio, en la ventana de servicios se encuentra una descripción de sus servicios y unas categorías tales como datos geoespaciales, Software, Hardware y ubicaciones de laboratorio donde se puede consultar los sitios web de los laboratorios vinculados y los detalles sobre sus recursos y horarios de apertura. En la parte izquierda inferior aparece un icono para brindar más información sobre cada vinculo, de esta manera se obtiene información más precisa de cada estudio y también de las tarifas en \$/hora para empresas externas y afiliados de Harvard, siendo para estos últimos una tarifa preferencial. En la parte de investigación se puede observar que esta universidad se destaca por el análisis big data, dado que tiene una amplia base de datos geoespaciales y ofrecen el servicio de consulta investigación, luego de establecer el alcance del proyecto los investigadores pueden realizar la Planificación de proyectos: diseño del

estudio y herramientas, Organización de datos: uso compartido y almacenamiento seguro, Procesamiento de datos / extracción / transformación / integración, Selección e interpretación de métodos/algoritmos geoespaciales, Uso de computación de alto rendimiento (p. ej., RCE, AWS), Visualización: productos cartográficos, cuadros de mando, mapas animados, etc. por lo cual se solicita y se el derecho de coautoría en los resultados entregados.

Figura 26

Portal Web Universidad Harvard



The screenshot shows the website for the Center for Geographic Analysis (CGA) at Harvard University. The header includes the CGA logo, the name "Center for Geographic Analysis", and a "CONTACT US" link. The navigation menu includes "HOME", "People", "Research", "Teaching", "Services", "Events", and "About". The "Services" page is active, displaying a list of services: Data, Software, Hardware, and GIS Lab Locations. The main content area provides detailed information about these services, including links to resources, software offerings, and hardware supported by CGA.

Nota. Portafolio de Servicios Universidad de Harvard. Recuperado de la Pagina web de la Universidad de Harvard.

6.3.3 Análisis de Resultados

6.3.3.1 Grupos, Laboratorios y Líneas de Investigación. De acuerdo a los resultados encontrados en las universidades, se puede observar que en comparación con las universidades colombianas, las universidades que ocupan los primeros puestos del ranking mundial presentan sus grupos, líneas de investigación y laboratorios con mayor información y detalles, la mayoría mencionan sus investigaciones terminadas y en curso, los resultados y logros, los cuales además

se encuentran alineados con los sectores y temas encontrados en el análisis web, es decir, el sector ambiental tanto en geo-amenazas como de cuidado ambiental y el sector energético, también es importante resaltar las ciencias planetarias, que muestran un número casi mayoritario de grupos de investigación, sin embargo, la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander no tiene este enfoque en sus áreas de estudio y por tanto no cuenta con equipos e infraestructura propios para abordar servicios en esta áreas .

En cuanto a la información obtenida dentro de los sectores identificados en las universidades que ocupan los primeros lugares del ranking mundial, el sector ambiental, presenta una gran diversidad de grupos e investigaciones, especialmente en la sismología y el cambio climático, 35 de los 52 de los temas de investigación encontrados en estas universidades están relacionados al Sector ambiental y de Geo-amenazas; por otra parte, para el área del sector energético, aunque presenta pocos temas de investigación y están mayormente centrados a las energías renovables, la mayoría de los grupos de investigación tienen aplicaciones en este sector.

Asimismo en las universidades latinoamericanas también se estableció un enfoque principal al área del medio ambiente y geo-amenazas en sus grupos y líneas de investigación, mientras que en los laboratorios existe mayor aplicación al sector energético y de mineralogía, lo cual coincide con los resultados de (Abud Sebastiani et al., 2012), donde se vincula al profesional del área de Geología ejerciendo en empresas o instituciones públicas y privadas dedicadas a la exploración, aprovechamiento y gestión de recursos minerales, hídricos y energéticos; así como al análisis de riesgos geológicos, estudios ambientales y obras civiles.

Por otra parte, en las universidades colombianas se identificó que estas cuentan con grupos de investigación exclusivos para el área de minería y la rama de la geología económica, esta última

estudia los depósitos de minerales que puedan ser explotados para usos prácticos o económicos, lo cual no se apreció en las universidades externas al país. Además, se pudo evidenciar que el área con un número mayor de grupos relacionados es el de la geología estructural, seguido del medio ambiente y la mineralogía, también destacan los grupos vinculados con la geología histórica y energía. En cuanto a los trabajos de investigación relacionados con los sectores identificados en el análisis web, aunque las universidades muestran poca información, la mayoría de ella está relacionada con el sector ambiental y geo-amenazas, seguido del minero y de la construcción, urbanización y movilidad, en este último destacan servicios de asesoría en la formulación de planes de ordenamiento territorial a diferentes escalas departamental, municipal, cuencas, microcuencas, y análisis de optimización territorial con información georreferenciada (SIG).

En general se encuentra que los grupos de investigación son multidisciplinarios, ya que los temas que abordan suelen incluir a varias áreas del conocimiento, en especial aquellos que responden a las necesidades con mayor tendencia como el cambio climático, la energía, la conservación del ambiente y el uso eficiente de recursos para garantizar la sostenibilidad de sectores primordiales para la especie humana como la agricultura. Todo esto afirma la importancia de la geología para otras ciencias y disciplinas, y viceversa.

Finalmente, es relevante resaltar la importancia de la investigación no solo para la generación de nuevo conocimiento, sino además para la utilización y aplicación del mismo, lo cual genera beneficios que pueden ayudar tanto a resolver los problemas que como conjunto afronta el ser humano, así como los problemas de los sectores productivos y económicos, todo ello se evidencia en la concordancia entre los temas que son tendencia en conferencias, encuentros, boletines y demás, los grupos de investigación y las líneas y proyectos investigativos. Los beneficios mencionados se pueden materializar en productos y servicios para las empresas, es

decir, de la investigación pueden surgir nuevos, e incluso innovadores, productos y servicios para sectores económicos y productivos.

6.3.3.2 Servicios y Portafolio. En cuanto a los servicios tecnológicos en Colombia tanto en las universidades como en otras organizaciones, la categoría de servicio con mayor oferta es la de Suelos, que incluye análisis de propiedades de los mismos así como estudios geotécnicos; dejando un margen significativo de diferencia se encuentra las categorías de análisis mineralógico y petrográfico, análisis de propiedades físico-químicas, y análisis de datos y modelamiento con software; en las universidades se encontraron 28 servicios relacionados exclusivamente al carbón, mientras que solo se encontró un servicio específico en esta categoría en las otras organizaciones, sin embargo, en estas últimas, se encontraron servicios específicos para las categorías de yacimientos de hidrocarburos, Hidrología y Muestreo de subsuelo, estas dos últimas categorías pueden dar un indicio de las necesidades adicionales que el sector productivo puede estar demandado y no se encuentran cubiertas por las universidades; en cuanto a la categoría de yacimientos de hidrocarburos, se puede justificar su presencia en los servicios de estas organizaciones no universitarias producto de la multidisciplinariedad de las mismas y la capacidad de poder abarcar distintos sectores y las necesidades del mercado desde el sector privado.

Similar a la cantidad de servicios, la categoría con mayor número de organizaciones (tanto universitarias como no universitarias) que ofrecen servicios en ella, es la de análisis mineralógico y petrográfico con un total de 10 organizaciones, seguido de los estudios de suelos y los análisis de propiedades fisicoquímicas con 9 organizaciones en cada una de ellas.

Por otra parte, en las Universidades de Latinoamérica se encontró con gran frecuencia la presencia de incubadoras en el área de Geociencias para fortalecer los emprendimientos e ideas

innovadoras de este sector, tanto así que existe un ranking para valorar Incubadoras de empresas de las mejores universidades del mundo y aceleradores empresariales de las principales universidades del mundo realizada por UBI Global que es una compañía y comunidad de inteligencia con sede en Suecia especializada en mapear, resaltar y conectar el mundo de la incubación de negocios. A través de una red de más de 1,000 organizaciones miembros de más de 90 países en todo el mundo, en la que se destaca, la Universidad de Concepción de Chile objeto de análisis en esta investigación ya que ocupó el 3er puesto como incubadora de Sudamérica.

Por último, en lo que refiere a la presentación del portafolio de servicios, se observa a nivel general que las universidades no presentan una información y estructuración del mismo, la mayoría solo listan los servicios, aunque no se puede analizar qué tan efectiva sea esta forma de presentar los servicios, se puede comparar con el de las organizaciones que se dedican 100% a prestar servicios en el área de las geociencias, las cuales en su totalidad si presenta un portafolio de servicio de forma más estructurada, la diferencia entre estos dos tipos de organizaciones podría deberse al enfoque de las mismas, ya que las primeras tienen un enfoque más de prestación de servicios en formación académica con grupos y laboratorios que hacen parte o complementan esta formación, mientras las segundas dependen de que sus clientes adquieran sus servicios, por lo cual el interés en una presentación más completa y clara de los mismos, puede deberse a que esta estrategia sea más efectiva.

Finalmente, a nivel general las organizaciones que presentan un portafolio de servicios tecnológicos, muestran algunas similitudes en la estructura de los mismos, los componentes con mayor presencia en los portafolios de servicios son: presentación introductoria, código interno del servicio, nombre del servicio, normativa que lo rige, descripción o especificaciones si era necesario, laboratorios, equipo y elementos, datos de contacto (teléfono de contacto, correo

electrónico y algunos tenían nombre de la persona encargada), horarios de atención; en las organizaciones que no eran universitarias todas tenían un link o un formulario para contactar. Algunos elementos interesantes que se podrían tener en cuenta son: condiciones de uso, experiencia y clientes destacados.

6.4 Conclusiones del Análisis Externo

6.4.1 Sectores y Requerimientos

Del análisis realizado se identificó que los dos sectores con mayor potencial de aplicación de las geociencias y sus requerimientos en los cuales la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander podría aportar soluciones a través de su actividad de extensión específicamente con sus laboratorios, son el sector energético y el ambiental, dentro del primero, se encuentra las industrias de hidrocarburos, el carbón (mino-energético) y las energías renovables.

Dentro del segundo se encuentra tanto el área de geo-amenazas, de procesos geodinámicos externos (Erosión, colapsos, deslizamientos, erosión) y de procesos geodinámicos internos (Sismos, Terremotos, Vulcanismo), como el cuidado ambiental, temas como: clima, cambio climático, políticas ambientales, contaminación atmosférica (ciclo del carbono), remediación ambiental, calentamiento global, estudio y cuidado de las fuentes hídricas y el océano, modelos matemáticos y simulación, manejo de los residuos de los depósitos metálicos y no metálicos.

Otros sectores que, aunque no requieran una gran diversidad de servicios e investigaciones, necesitan algunos servicios muy específicos que al estudiar y comprobar su frecuencia podrían ser una buena opción como clientes, estos son la agricultura y agroindustria, y el sector de construcción urbanización y movilidad.

En el sector energético, en el área de carbón e hidrocarburos, se requiere servicios para: localización de áreas carboníferas, localización de fuentes renovables de carbono, estudiar las propiedades del carbón y estudiar las características geológicas del lugar del depósito del mismo, búsqueda de depósitos de petróleo, mapeo de superficies del suelo y del subsuelo, muestreo de aguas superficiales de pantano, estudios de Geo-sísmica, estudios de muestras de núcleo de profundidad y de rocas de yacimientos, así como predicción de suministros de petróleo. En cuanto a las energías renovables, para la explotación de energía geotérmica se requiere servicios para: búsqueda de yacimientos geotérmicos, diseño y dirección de ejecución del campo de captación, predicción de capacidad de intercambio, pruebas de respuesta térmica, ensayos de bombeo, identificación de presencia de acuíferos, participación en el diseño de centrales geotérmicas, desarrollo de buenas propiedades acuíferas en formaciones carbonatadas. Y para la transición energética se requiere servicios para: búsqueda de fuentes confiables y sostenibles para el suministro de recursos críticos como cobre, litio, níquel, cobalto, tungsteno, indio, galio, germanio y elementos de tierras raras en los que se basan tecnologías de energía limpia para sustentar la transición energética.

En cuanto al sector ambiental, en el área de geo-amenazas se requiere servicios para: evaluación de riesgo, predicción y estudio de procesos geodinámicos externos e internos, así como procesos meteorológicos y descargas eléctricas atmosféricas, además realización y análisis de mapas de riesgos y análisis de zonas en riesgos.

En el área de cuidado ambiental se requieren servicios para el cambio climático y calentamiento global como: estudios y predicciones de los procesos geológicos en el marco del cambio climático y el calentamiento global, seguimiento y estudio al derretimiento de los glaciares y los polos, y su impacto, seguimiento y estudio del nivel del mar, predicciones del impacto e

identificación de áreas de riesgo, y análisis de riesgos, estudio del registro geológico que contiene información de los procesos de cambio climático en la historia de la tierra, análisis de datos y generación de modelos predictivos de la temperatura terrestre, captura y almacenamiento de carbono (CCS), estudio y comprensión de las dinámicas de la tierra frente a cambios pasados, presentes y futuros, estudios varios, entre ellos, utilizar el entorno del subsuelo profundo para secuestrar grandes volúmenes de dióxido de carbono durante largos períodos de tiempo, desarrollo de buenas propiedades acuíferas en formaciones carbonatadas para el secuestro de gases de efecto invernadero y almacenamiento de residuos, estudios de la calidad de aire, el ciclo del carbono, el secuestro de carbono geológico, estudio del impacto del cambio climático en las formaciones geológicas, estudio del registro geológico, para la huella del carbono se requiere investigación sobre el papel de la producción, remineralización, transporte y enterramiento de materia orgánica como componente del ciclo global del carbono, metodologías para la mineralización de carbono y azufre en la subsuperficie, para la hidrología: predicción de suministros y cálculo de reservas de agua, estudios hidrológicos de cuencas hídricas y calidad del agua, determinación de los caudales sustentables y la vulnerabilidad de los acuíferos, determinación de las medidas correctivas y de contingencia frente a eventos contaminantes y evaluación del impacto de explotaciones de agua subterránea.

6.4.2 Portafolio de servicios

Las categorías en servicios que más ofertan las organizaciones son: estudios de suelos, análisis mineralógico y petrográfico y análisis de propiedades físico-químicas; la siguiente categoría con un número significativo de servicios es el análisis de datos y modelamiento con software, sin embargo no se encontró información específica del uso de tecnologías encontradas como tendencia en el análisis web, tal como el machine learning, por lo cual si se llega a investigar

y comprobar la ausencia o poco uso de las mismas, pueden representar una oportunidad de innovación tanto para la academia como para la industria.

Los componentes con mayor presencia en los portafolios de servicios son: presentación introductoria, código interno del servicio, nombre del servicio, descripción o especificaciones, laboratorios, equipo y elementos, datos de contacto, link o un formulario de contacto.

7. Oportunidades de innovación.

Con el fin de incluir nuevos servicios al portafolio, se propuso identificar oportunidades de innovación para la Escuela de Geología UIS dentro de la gestión tecnológica, para ello se realizó un taller de cocreación que contó con la participación de actores claves dentro de la Escuela de Geología. En el desarrollo de este taller, primero se presentaron y analizaron los resultados obtenidos en las fases anteriores del presente proyecto, con base en este análisis se evaluaron los actuales servicios ofrecidos por la Escuela de Geología (seleccionando cuales continuarían ofertando), y se identificaron y propusieron posibles servicios que generen oportunidades de innovación, esto último, se desarrolló iniciando con la aplicación de la metodología brainstorming, a partir del cual se seleccionaron aquellas ideas con mayor potencial y viabilidad técnica, se clasificaron por tipos de servicios, y posteriormente se revisaron cada una de las categorías de tipo de servicio definidas, en esta revisión se generó y evaluó nuevamente las ideas generadas en el brainstorming, y ello se complementó con nuevas propuestas, esta vez aportadas solo por los

profesores que cuentan con área de experticia relacionada a cada tipo de servicio.

7.1 Metodología Taller de Cocreación

El consorcio CO-CREATE explica que la cocreación consiste en implicar de forma activa en el proceso de diseño a distintos actores relevantes en los productos o servicios finales logrando conectar a la mayor cantidad de partes implicadas en un reto específico, a la vez que se construye sobre la base de una cooperación igualitaria. Es importante aclarar que CO-CREATE es una iniciativa desarrollada por seis socios: Creative Region (Austria), University of Art and Design Linz (Austria), Academy of Fine Arts and Design (Universidad de Ljubljana, Eslovenia), Universidad de Deusto (España), Creative Industry Kosice (Eslovaquia) y la European Creative Business Network (Países Bajos), con el compromiso de apoyar a los sectores creativos en Europa. (CO-CREATE, 2019)

Para el desarrollo del taller se siguieron las recomendaciones de CO-CREATE resumidas en los 8 principios para una cocreación exitosa y la metodología de 4 pasos claves en un proceso de cocreación, las cuales se adaptaron a los objetivos y las necesidades del proyecto, dando resultado a las siguientes etapas:

Etapas 1: Presentación del proyecto y los resultados obtenidos hasta ahora. Con apoyo de material visual se socializó las generalidades del proyecto, en especial sus objetivos, se explicó en qué consistía el taller de cocreación, así como los aportes esperados para el proyecto, finalmente se expusieron los resultados obtenidos en las fases anteriores del presente proyecto; se resolvieron dudas acerca de todo lo hasta ahora mencionado, cerciorándose que los participantes comprendieran el tema a trabajar.

Etapa 2: Presentación de los servicios de laboratorios de extensión actuales que ofrece la Escuela de Geología. En esta etapa se presentaron los servicios que ofrece actualmente la Escuela.

Etapa 3: Selección de los servicios actuales que continuarán. Se discutió la pertinencia de mantener o retirar cada uno de los servicios actuales, teniendo en cuenta tanto los resultados presentados, como la misma experiencia de la Escuela durante el tiempo de prestación de los servicios, en especial con base en el histórico de clientes, y los aspectos técnicos; se identificaron además servicios que se han ofrecido esporádicamente en la Escuela de Geología y que podrían hacer parte del nuevo portafolio de servicio. Para esta etapa se estableció un moderador, además de unas normas para la intervención de cada participante, ello con el fin de mantener cierto orden a la vez de una fluidez en la discusión.

Etapa 4: Brainstorming de nuevos servicios. En esta etapa se presentaron los resultados del benchmarking con el fin de ser usado como fuente de inspiración y guía, y posteriormente se aplicó la metodología brainstorming diseñada por Alex Faickney Osborn y presentada en su libro How to “Think Up” en 1942, ejercicio de creatividad que consiste en generar una lista de ideas de formar espontánea y en rápida sucesión con el objetivo de encontrar soluciones a un problema específico; en donde la lista puede ser generada por una persona o un conjunto de ellas. La forma como se recopilan las ideas es variada, pueden ser en forma física o digital, con palabras, frases o dibujos, para el taller de cocreación se optó por brindar una cantidad considerable de pequeños papeles a cada participante en donde podía escribir sus ideas de nuevos servicios tecnológicos.(Hernández, 2017)

Si bien es una metodología relativamente sencilla, se siguieron unas reglas, las cuales fueron explicadas a los participantes:

Regla 1: Comodidad y ambiente inspirador. Es importante estar en un ambiente que inspire innovación y sentirse cómodo e inspirado

Regla 2: Nunca te digas No, las ideas no tienen límites, no hay ideas malas. La palabra no tiene el poder de detener todo poder creativo y puede llevar a la poca o nula participación, cuando se está generando las ideas y plasmándolas, no hay que hacer caso a expresiones como: “no, eso no funcionará” “no lo he visto antes” “aquí no funcionará” “No tenemos la capacidad de hacerlo” “no es tan necesario” o cualquier expresión que limite. La razón principal de la lluvia de ideas es generar la mayor cantidad posible de ellas sin importar su aparente utilidad, pertinencia o calidad, entre ideas más “locas” más cerca a la innovación se estará.

Regla 3: Estar preparado, mentalizarse y comprometerse. Es necesario que el participante se encuentre entusiasmado por participar, eso ayudará a mentalizarse y estar más sintonizado con el espíritu creativo e innovador, y aunque es una actividad que parece “informal” es necesario un compromiso con la misma.

Regla 4: Hay un tiempo límite. La actividad de brainstorming exige cierta energía, la cual no es fácil mantener durante mucho tiempo, por ello se establece un tiempo límite, el cual para el presente taller fue de 1 minuto para cada momento donde se generaban las ideas.

Además de esto también se siguieron ciertos principios y recomendaciones como: Todos son iguales, evitar interrupciones externas, mantener un ambiente cómodo y “divertido”.

Con todo ello se llevaron a cabo varios momentos para la generación de las ideas, cada uno con un tema diferente. Los resultados de esta etapa se pueden consultar en el Apéndice N.

Etapa 5: Selección de los nuevos servicios a ofrecer. En esta etapa se utilizó la misma metodología de la etapa 3, en donde un moderador iba guiando la conversación para el análisis de cada uno de los nuevos servicios posibles a ofrecer resultados de la etapa anterior, teniendo en cuenta la viabilidad técnica, organizacional y del mercado, es decir los aspectos tanto internos como externos necesarios para que sea un servicio viable. Aquellos servicios que no seleccionaron se agruparon en servicios totalmente descartados y servicios posibles a brindar en un futuro, la información de esta última clasificación es con el fin de ser utilizada para próximos procesos de innovación, mejora, expansión o modificación del portafolio. Según lo presentado en la etapa 1 y durante el desarrollo de las etapas 4 y 5, se empezaron a identificar posibles alianzas con otras Escuelas de la universidad para la prestación de algunos servicios o con otras universidades. Los resultados de esta etapa se pueden consultar en el Apéndice N.

Etapa 6: Estructuración inicial. Los resultados de la etapa anterior fueron clasificados según el sector al que se pueden dirigir y agrupados según el tipo de servicios, este proceso también se evidencia en el Apéndice N.

Etapa 7: Primer análisis de la propuesta. Se presentó la propuesta a la Escuela de Geología, en la cual se hicieron cambios en las categorías y agrupación de los servicios (ver Apéndice N), además se tomó la decisión conjunta de no presentar los servicios por sectores, en cambio presentarlos por las categorías de tipo de servicios definidas, ya que la mayoría podía aplicarse a distintos sectores tanto de los encontrados en el análisis externo como otros sectores, y en los dirigidos específicamente a alguna industria, esta es mencionada en el nombre del tipo de servicio.

Etapa 8: Retroalimentación de la propuesta. Una vez definida la agrupación de servicios, se decidió profundizar en cada una de las categorías, para ello se realizaron asincrónicamente

mesas de trabajos por cada una de ellas, en las cuales participaron solamente los profesores que tenían experticia en la categoría específica correspondiente y el director de la Escuela de Geología. En estas mesas de trabajo se repasó la información relevante encontrada en las fases de análisis interno y externo, tal como los recursos, capacidades, necesidades de sectores y servicios prestados por otras universidades, todo ello relacionado al tema de interés de cada mesa de trabajo. Seguido, tomando como base los resultados de las etapas anteriores y teniendo en cuenta el acercamiento que realizó la Escuela de Geología para el inicio de alianzas con otras escuelas (esto liderado por el director de la Escuela de Geología después de la etapa 5), se modificaron, desagregando, reagrupando, especificando o redireccionando, algunos de los servicios, y se añadieron nuevos servicios, los cuales se pueden consultar en el Apéndice P, logrando obtener una lista de servicios más consolidada y construida por expertos en el área y en la Escuela de Geología.

7.2 Resultados

La primera sesión del taller de Co-creación se llevó a cabo con la participación de 10 profesores planta, las sesiones posteriores se realizaron con el director de Escuela y los profesores relacionados a cada área estudiada.

Se logró identificar los servicios que representan oportunidades de innovación para la Escuela de Geología, los cuales están alineados con sus recursos y capacidades, así como responden a las necesidades de los sectores externos identificados; también se consiguió recopilar aquellos servicios que la Escuela había prestado de forma esporádica o con baja frecuencia, los cuales no se ofrecían de forma oficial por la misma. Finalmente, se identificaron oportunidades de realizar alianzas con otras escuelas de la misma universidad y el fortalecimiento de la alianza con la Universidad Nacional de Colombia para la prestación de algunos servicios.

Los listados de las ideas y oportunidades de innovación, así como su procesamiento se puede consultar en el Apéndice N, por otra parte, el listado final de los servicios que se ofrecerán mediante portafolio de servicios tecnológicos de la Escuela de Geología se puede consultar en el Apéndice P. Las categorías de tipo de servicios definidas y la cantidad de servicios en la misma son:

-Servicios de Análisis Básicos:

Servicios de Petrografía (7)

Servicios de Geoquímica (5)

Servicios de Exploración Minera (2)

-Servicios de Fotografía, Tratamiento de Imágenes y Fotogrametría:

Servicios de Fotografía (5)

Servicios de Tratamiento de Imágenes (3)

Servicios de Fotogrametría (5)

-Servicios de Análisis Especializados:

Servicios de Microscopía Avanzada (2)

Servicios de Rayos X (2)

Servicios de Espectroscopia (2)

Servicios de Análisis de Suelos (1)

Servicios de Análisis de Aguas (1)

-Servicios Especializados:

Servicios de Cartografía (7)

Servicios de Adquisición, Procesamiento e Interpretación de Información Espacial(16)

Servicios de Geotecnia (14)

Servicios de Geología Ambiental (5)

Servicios de Hidrogeología (22)

Servicios a la Industria Minera (20)

Servicios a la Industria Oil&Gas (13)

Servicios de Paleontología y Bioestratigrafía (9)

Servicios de Geofísica (16)

-Servicios de Preparación de Muestras:

Recepción y manipulación de muestras (3)

Trituración, molienda y pulverización de muestras (2)

Preparación de tapones (plugs) (1)

Preparación de secciones para análisis microscópico (4)

Tinciones de secciones para análisis petrográfico (4)

Preparaciones paleontológicas (1)

Devolución, almacenamiento y disposición de muestras (3)

-Ensayos Tecnológicos:

Ensayos de identificación y estado de Suelos (6)

Ensayos de resistencia y deformabilidad de Suelos (3)

Ensayos de compactación de Suelos (3)

Otros ensayos de Suelos (2)

Ensayos de Materiales de Construcción (2)

Pruebas Químicas (2)

En total el portafolio contará con 193 servicios, además se obtuvo una lista con 50 servicios que posiblemente podrían prestarse en un futuro.

8. Elaboración de la Propuesta del Portafolio de Servicios.

Con los resultados del análisis interno y externo, y del taller de cocreación, se elaboró una propuesta de portafolio de servicios tecnológicos posibles a ofrecer por la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, garantizando que respondan a las oportunidades, capacidades de la Escuela, y a las necesidades del mercado. Para esta fase se utilizaron como guía estructural los portafolios analizados en la fase 3 del benchmarking. La propuesta se desarrolló en el Software Excel y su diseño gráfico emula la página web de la Escuela de Geología.

8.2 Estructura del Portafolio

La propuesta del portafolio se puede consultar en el Apéndice P, esta cuenta con los siguientes elementos:

Presentación introductoria. Un breve resumen introductorio con la que la Escuela de Geología presenta su portafolio, sus fortalezas y los beneficios que oferta, en busca de generar un impacto positivo en el posible cliente.

Categoría de Servicios. Las 6 categorías en el que se agrupan los tipos de servicios son: Servicios de Análisis Básicos, Servicios de Fotografía, Tratamiento de Imágenes y Fotogrametría,

Servicios de Análisis Especializados, Servicios Especializados, Servicios de Preparación de Muestras, Ensayos Tecnológicos.

Código interno del servicio. Cada servicio cuenta con un código único que ayudará en los procesos internos. El código está compuesto por:

-Letra inicial: Indica la categoría de servicio a la que pertenece. B= Servicios de Análisis Básicos, I= Servicios de Fotografía, Tratamiento de Imágenes y Fotogrametría, E= Servicios de Análisis Especializados, C= Servicios Especializados, P= Servicios de Preparación de Muestras, T= Ensayos Tecnológicos.

-Letras secundarias: Las siguiente o las dos siguientes letras indican el tipo de servicio al que pertenece dentro de la categoría, por ejemplo: P= Petrografía, T= Tratamiento de imágenes, RX= Rayos X, GA= Geología Ambiental.

-Número: Un número de dos dígitos que asigna un numero de servicio dentro de cada tipo de servicio.

Ejemplo de Codificación: TIS04 correspondiente al servicio de Determinación del contenido de finos por lavado sobre Tamiz 75 μ m (No 200), T= Ensayos Tecnológicos, IS =Ensayos de identificación y estado de Suelos, 04= Servicio N°4.

Nombre del servicio. Nombre específico del servicio.

Descripción. Este campo se deja a disposición de la Escuela por si es necesario que se presente el servicio con alguna descripción, aclaración o especificación, en algunos casos se

aprovechó este elemento para especificar que el servicio era prestado en alianza con alguna otra escuela o la Universidad Nacional de Colombia.

Infraestructura con la que se cuenta. Se nombran de forma general algunos laboratorios, equipo y elementos más destacados con que cuenta la Escuela de Geología para la prestación de sus servicios.

Litoteca. Se menciona las colecciones de elementos geológicos con que cuenta la Escuela en su Litoteca.

Información de contacto: datos de contacto como teléfono y correo electrónico, se recomienda incluir en la página web de la universidad también un link o un formulario para contactar, ya en qué más fácil sea el método del contacto, podría incentivar la realización del mismo.

9. Presentación de la Propuesta del Portafolio y Recomendaciones.

En esta fase se presentó la propuesta de portafolio a las directivas de la Escuela y talento humano relacionado con el área de extensión y el área de laboratorios. Para ello, se realizó una mesa de trabajo en donde se explicó detalladamente la propuesta y las recomendaciones necesarias para que la Escuela de Geología de la Universidad de Santander pueda ofrecer los servicios tecnológicos del portafolio diseñado, seguido los representantes de la Escuela presentaron dudas, las cuales se aclararon, y realizaron una retroalimentación, la cual se aplicó al portafolio final.

Dentro de las solicitudes realizadas por la Escuela de Geología y que fueron aplicadas al portafolio, se encuentra la inclusión de una sección inicial donde se presente la Coordinación de Servicios y Asesorías, donde la información de la unidad fue brindada por la Escuela, y presentar en esta sección de inicio 3 opciones a dirigirse: Servicios, Litoteca e Infraestructura. Las modificaciones se realizaron en el mismo documento, Apéndice P.

9.1 Recomendaciones Orientadas a Ofrecer Servicios Tecnológicos del Portafolio

Las recomendaciones realizadas a la Escuela de Geología para que esta pueda ofrecer los servicios tecnológicos del portafolio diseñado son:

Consolidar y coordinar alianzas con otras escuelas de la Universidad Industrial de Santander y con la Universidad Nacional de Colombia que permita ofrecer los servicios que requieran de estas.

Diseñar la estandarización de los procesos de prestación de cada uno de los servicios, así como la atención general al cliente (rutas de atención). Contemplar la posibilidad de realizarlo mediante un trabajo de grado.

Propiciar procesos de acreditación de los laboratorios relacionados con la prestación de los servicios del portafolio.

Apropiar procesos de mejoramiento continuo en el portafolio y en la prestación de sus servicios, replanteando o fortaleciendo estrategias basadas en los resultados de estos.

Realizar una investigación de mercado y con ello diseñar un plan de mercadeo orientado a crear las mejores estrategias y acciones que permitan potencializar los resultados que se obtendrán

por medio del portafolio de servicios (contemplar la posibilidad de realizarlo mediante un trabajo de grado), esto teniendo en cuenta las características y necesidades específicas de cada tipo de organización que demandan los servicios tecnológicos de laboratorio.

Realizar un sistema de costeo para determinar el precio a ofertar cada uno de los servicios dentro del portafolio (contemplar la posibilidad de realizarlo mediante un trabajo de grado).

10. Conclusiones

Los recursos y su gestión en una organización permiten la generación de ventajas competitivas, tanto temporales como sostenibles frente a otras organizaciones, en este sentido la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander en términos de sus servicios tecnológicos tiene como mayor fortaleza dentro de sus recursos tangibles, sus muestras geológicas y colecciones físicas, y respecto a sus recursos intangibles, la experiencia de los docentes planta y en general su capital humano que representan una ventaja competitiva temporal para la Escuela, los cuales poseen potencial importante en la generación de ventaja competitiva, sin embargo presentan falencias para lograr la sostenibilidad de la misma. Además, la Escuela no cuenta actualmente con ventajas competitivas sostenibles, concentrando la mayoría de sus recursos en ser generadores de paridad competitiva ante sus posibles competidores. Lo anterior, sitúa a la Escuela de Geología UIS en una situación de riesgo ante otras organizaciones.

La Escuela de Geología posee dentro de las capacidades dinámicas, las cuales permiten a las organizaciones generar procesos de cambio y de innovación al responder a cambios

intempestivos y dinámicos, mayor fortaleza en la capacidad de absorción. Sin embargo, esta requiere actualización para fortalecer la habilidad de la organización en reconocer el valor de la nueva información de origen externo, asimilarla y aplicarla con fines comerciales; así mismo, la Escuela ha desarrollado actividades para la implementación de las demás capacidades dinámicas tales como la capacidad de innovación, capacidad de dirección estratégica, capacidad de aprendizaje y capacidad de adaptación.

De la evaluación de las capacidades y la realización del taller de Co-creación, se encuentra que Escuela de Geología tiene un gran capital humano que puede lograr generar una cultura de la innovación aplicando metodologías y generando alianzas con otras organizaciones.

Los sectores que mayormente pueden requerir servicios y la Escuela de Geología a su vez pueden aportar soluciones a través de servicios tecnológicos son el sector energético y el ambiental, dentro del primero, se encuentra las industrias de hidrocarburos, el carbón (mino-energético) y las energías renovables, y dentro del segundo se encuentra tanto el área de geo-amenazas, de procesos geodinámicos externos (Erosión, colapsos, deslizamientos, erosión) y de procesos geodinámicos internos (Sismos, Terremotos, Vulcanismo), como el cuidado ambiental, temas como: clima, cambio climático, políticas ambientales, contaminación atmosférica (ciclo del carbono), remediación ambiental, calentamiento global, estudio y cuidado de las fuentes hídricas y el océano, modelos matemáticos y simulación, entre otros.

La oferta de servicios de laboratorio en Colombia se centra en estudios del suelo, tales como análisis físico-químicos, geotécnicos, mineralógicos y petrográficos, y análisis de propiedades físico-químicas de los objetos de estudio en el área de las geociencias. En Colombia no se encontró información específica del uso de tecnologías identificadas como tendencia a nivel

mundial (tal como el Machine learning, Deep learning e Inteligencia artificial) para la prestación de servicios tecnológicos en el área de las geociencias, por lo cual, si posteriores investigaciones corroboran la ausencia o poco uso de las mismas, pueden representar una oportunidad de innovación tanto para la academia como para la industria en esta área.

A partir del análisis externo se identifica que una estructura adecuada para el portafolio de la Escuela de Geología UIS consta de las partes, presentación introductoria, código interno del servicio, nombre del servicio, descripción o especificaciones, laboratorios, equipo y elementos asociados, datos de contacto, link o un formulario para contactar.

11. Recomendaciones

Además de las recomendaciones orientadas a ofrecer los servicios tecnológicos del portafolio diseñado, se recomienda a la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander:

Centrar esfuerzos y crear estrategias para potencializar sus fortalezas en especial en lo referente a potencializar sus capacidades dinámicas y la sostenibilidad de las ventajas competitivas con las que cuenta, esto último por medio de estrategias de gestión que permitan obtener el mayor beneficio sostenibles de ellas, además trabajar en generar nuevas ventajas competitivas, creando estrategias para que sean del tipo sostenibles.

Continuar con el proceso de análisis externo como el benchmarking, análisis web o vigilancia tecnológica, que permita mantenerse actualizado tanto con las tendencias en servicios

tecnológicos como en los demás ejes misionales de la Escuela, la investigación y la docencia, con el fin de adelantarse a futuros cambios en las dinámicas educativas, investigativas y productivas en Colombia.

Iniciar un estudio para crear estrategias centradas en el fortalecimiento de sus capacidades tecnológicas en análisis de información basado en software con el uso de tecnologías en tendencia, tal como la inteligencia artificial y específicamente el Machine Learning, logrando apoyar y mejorar los procesos de análisis, así como lograr modelar y predecir diversos procesos, en las distintas áreas de geología donde se pueden aplicar; esto podría posteriormente convertirse en un servicio innovador para las empresas colombianas.

Estudiar la viabilidad de nuevas alianzas interinstitucionales para la prestación de nuevos servicios.

Actualizar los procesos de identificación de oportunidades de innovación con metodologías como las aquí aplicadas, con el fin de ser generador de tendencias e innovación en el sector de las universidades y las geociencias en Colombia.

Referencias Bibliográficas

- Abud Sebastiani, J., Bandini Badiello, A., & Araya Ramos, L. E. (2012). *Aplicación de competencias en el área de Geología en el proyecto Tuning*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4228973>
- Aguilar Zambrano, J. J. (2005, June 29). *Modelos de acción organizacionales en la construcción de capacidades empresariales*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922005000100005
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage:
Https://Doi.Org/10.1177/014920639101700108, 1.
<https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- CO-CREATE. (2019). *Creatividad colectiva, cómo aprender a cocrear*. www.cocreate.training,
- Comerio, M., Batini, C., Castelli, M., Grega, S., Rossetti, M., & Viscusi, G. (2015). Service portfolio management: A repository-based framework. *Journal of Systems and Software*, 104, 112–125. <https://doi.org/10.1016/J.JSS.2015.01.055>
- Díaz Bravo, L., Torruco García, U., Martínez Hernández, M., & Varela Ruiz, M. (2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009

Funes Cataño, Y. (2009). Valuación de los activos intangibles. Caso de la UNAM. *Méx.*, 9.

Garzón Castrillón, M. A. (2015). Modelo de capacidades dinámicas. *Revista Dimensión Empresarial*, 13(1), 11. <https://doi.org/10.15665/rde.v13i1.341>

González Millán, J. J., & Rodríguez Díaz, M. T. (2010, June 18). *Modelos de Capital Intelectual y sus indicadores en la universidad pública*. <http://www.scielo.org.co/pdf/cuadm/n43/n43a9.pdf>

Guerras Martín, L. A., & Navas López, J. E. (2002). 4. *El análisis de los recursos y de las capacidades*. 21–29.

Guerras Martín, L. A., & Navas López, J. E. (2015, January). *La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones*, 5^a edición. https://www.researchgate.net/publication/281409665_La_direccion_estrategica_de_la_empresa_Teoria_y_aplicaciones_5_edicion

Gutiérrez Rodríguez, A. J. (2013). "CAPACIDADES DINÁMICAS QUE INFLUYEN EN LA OPERACIÓN DE LA RED DE TURISMO DE LA CANDELARIA". <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4716/79969100-2013.pdf?sequence=1>

Herdiant, A., & Sarno, R. (2010, March). *A service portfolio for an enterprise resource planning*. https://www.academia.edu/29206811/A_service_portfolio_for_an_enterprise_resource_planning?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page

Hernández, E. (2017). *Leading Creative Teams: Management Career Paths for Designers, Developers, and Copywriters.*

Hollander-Sanhueza, R. (2005). (PDF) *LOS ACTIVOS INTANGIBLES: PRESENTACIÓN DE ALGUNOS MODELOS DESARROLLADOS.*

https://www.researchgate.net/publication/242187436_LOS_ACTIVOS_INTANGIBLES_PRESENTACION_DE_ALGUNOS_MODELOS_DESARROLLADOS

India Today. (2022). *QS World University Rankings 2023: Top 10 universities globally and top 10 in India - Education Today News.* <https://www.indiatoday.in/education-today/news/story/qs-world-university-rankings-2023-top-10-universities-globally-and-top-10-in-india-1960806-2022-06-10>

Moncada Niño, A. F. (2013). *Propuesta Metodológica para la valoración de las TICs en la Organización.* Niño

Othman, R., Arshad, R., Aris, N. A., & Arif, S. M. M. (2015). Organizational Resources and Sustained Competitive Advantage of Cooperative Organizations in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, 120–127. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.01.021>

Praest, M. (1998). Changing technological capabilities in high-tech firms: A study of the telecommunications industry. *The Journal of High Technology Management Research*, 9(2), 175–193. [https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(98\)90003-7](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(98)90003-7)

Quintero Vergara, M. del C., Restrepo Mejía, F., Ocampo, O. L., Naranjo Herrera, C. G., & Martínez Jáuregui, E. (2016). *Teoría de recursos y capacidades para evaluar la función*

sustantiva de investigación en instituciones de educación superior - Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5386122>

Romero Duque, G. A., Suárez Castro, R. M., & Rodríguez Celis, H. G. (2018). Modelo de capacidades de innovación para instituciones de educación superior. *INGE CUC*, 14(1), 87–100. <https://doi.org/10.17981/INGECUC.14.1.2018.8>

Rosales Estrada, E. M., Salgado Vega, M. D. C., & Santana Juárez, M. V. (n.d.). *Capítulo 2- Administración de la educación LA VINCULACIÓN UNIVERSIDAD EMPRESA, UNA RELACIÓN DE FORTALECIMIENTO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.*

SENA. (2022, February 8). *Servicios Tecnológicos.*
<https://www.innovamos.gov.co/instrumentos/servicios-tecnologicos>

Seppänen, M. (2009). Empirical classification of resources in a business model concept. *Intangible Capital*, 5(2). <https://doi.org/10.3926/IC.2009.V5N2.P102-124>

Silva Arocha, A., March Martín, Y., & Castañeda Bernal, L. S. (2021, January 15). *LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA EXTENSIÓN UNIVERSITARIA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL VÍNCULO CON LA SOCIEDAD. - RILCO DS.*
<https://www.eumed.net/es/revistas/rilcoDS/15-enero21/extension-universitaria-sociedad>

SNIES. (n.d.). *Qué es y cómo hacer un análisis VRIO.* Retrieved May 4, 2022, from <https://www.iebschool.com/blog/que-es-y-como-hacer-un-analisis-vrio-digital-business/>

Suárez González, I., & Fernandez, Z. (1996). La estrategia de la empresa desde una perspectiva

basada en los recursos. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa*.
https://www.researchgate.net/publication/286418814_La_estrategia_de_la_empresa_desde_una_perspectiva_basada_en_los_recursos

Tijerina Acosta, J. I. (1999). *Benchmarking- Metodología de desarrollo y aplicación*.
<http://eprints.uanl.mx/7321/1/1020126448.PDF>

UIS. (2005). *Acuerdo N 006 de 2005*.
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/politicasExtension.pdf>

UIS. (2021, March 28). *Descripción de la Escuela de Geología*.
<http://geologia.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S88>

Wernerfelt, B. (1984). *A Resource-Based View of the Firm on JSTOR*.
<https://www.jstor.org/stable/2486175>

Zea-Fernández, R. D., Luz Benjumea-Arias, M., & Valencia-Arias, A. (2020). Metodología para la identificación de las capacidades dinámicas para el emprendimiento en Instituciones de Educación Superior. *Revista Chilena de Ingeniería*, 28(1), 106–119.

Zea Fernández, R. D. (2017). *Identificación de las capacidades dinámicas para el emprendimiento en Instituciones de Educación Superior*.