

**ANÁLISIS DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE SUELOS  
Y CONSTRUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC**

YOHANA MARGARITA CASTILLO ALMANZA  
KARELIS PAOLA PADILLA LEYVA

Proyecto final de graduación presentado como requisito parcial para optar por el  
título de Ingeniero Civil

CLAUDIA INÉS AYALA RUEDA  
Director proyecto de grado No.1

YOLEIMY DEL CARMEN AVILA PEREIRA  
Director proyecto de grado No.2

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA C.U.C.  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BARRANQUILLA – ATLÁNTICO  
ABRIL – 2016**



CORPORACION UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN Y APROBACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

El día 27 de abril de 2016 se da aprobación al trabajo de grado evaluado por los jurados (Ingenieros Civil, Dcs. Nestor Escorcía Redondo de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Miembro de la junta directiva Sociedad de Ingenieros del Atlántico y el Mcs. Ismael Quintero Espinosa Empresario de " Dique consultoría S.A.S." Miembro de la junta directiva Sociedad de Ingenieros del Atlantico, presentado por el estudiante relacionado a continuación:

Trabajo de grado	Estudiantes	Identificación	Tutores
ANALISIS DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE SUELO Y CONSTRUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	KARELIS PADILLA LEYVA	1045118797	CLAUDIA AYALA Y YOLEIMY AVILA
	JOHANA CASTILLO ALMANZA	1042449513	

Certificamos que el **PROYECTO** ha sido evaluado, y ha obtenido la calificación de: 4.0 y ha cumplido técnica y metodológicamente, teniendo en cuenta las siguientes escalas:

Meritoria \_\_\_\_\_

Aprobada   x  

Reprobada \_\_\_\_\_

Se firma el presente en la ciudad de Barranquilla, a los 27 días del mes Abril de 2016.

Atentamente;

  
\_\_\_\_\_  
Nestor Escorcía Redondo

Jurado 1

  
\_\_\_\_\_  
Ismael Quintero Espinosa

Jurado 2

## DEDICATORIA

*A Dios por permitirme vivir este gran momento, por regalarme la sabiduría y el entendimiento que tanto necesité para el desarrollo de este proyecto y por darle respuestas positivas a todas mis peticiones.*

*A mis padres Nelsy Leyva y Guillermo Araque por ser mi punto de apoyo y sostenimiento, para poder llevar a cabo ese camino de la vida llamado educación, por sus sabios consejos, por las palabras que me han confortado y ayudado a salir adelante.*

*Los Amo.*

*A mi hermana por estar siempre conmigo en las buenas y malas, por ser mi ejemplo a seguir, por darme palabras de aliento cuando las he necesitado y disfrutar junto a mí las alegrías.*

*A mi compañera de tesis Yohana por ser amiga incondicional por sus sabios consejos, por brindarme su apoyo y la que hizo de esta experiencia una de las más especiales, por todo el esfuerzo, dedicación y empeño que has tenido durante este trabajo. Quiero decirte que además de haber logrado este triunfo he ganado una gran amiga.*

**Karelis Padilla Leyva**

*A DIOS por la vida, por darme sabiduría y perseverancia para cumplir cada uno de mis sueños y metas propuestas.*

*Como una madre siempre has sido, gracias a tu sabiduría influyeron en mí la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ti esta tesis en agradecimiento por todo tu amor.*

*Gracias mamá abuela.*

*Con todo mi cariño y mi amor para todas las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera alcanzar mis sueños, por alentarme y darme la mano cuando sentía que se me acortaba el camino, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.*

*Papá y mamá*

*A esas personas que la vida me ha permitido tener de hermanos de sangre, con todo mi corazón para Gabo, José, Clau, Cristi, Cami, Luis Miguel y mi compañera de guerra Karelis, más que amigas hermanas, hermanas adoptivas, gracias por ser mi apoyo, compañía incondicional y por compartir una de las mejores etapas de mi vida.*

*A toda mi familia y amigos que siempre creyeron en mí y que han sido de gran apoyo durante este recorrido.*

*A mis maestros en especial a la señora Olga y a mi directora de tesis la Ing. Claudia Ayala, que, en este andar por la vida, intervinieron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los desafíos que coloca la vida., a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis*

**Yohana Castillo Almanza.**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A DIOS por darnos la fe, perseverancia y paciencia durante la realización de este proyecto.*

*A nuestra directora Claudia por compartir con nosotras su experiencia, conocimientos y carisma, por su amabilidad y el gran apoyo que nos brindó, por la paciencia y las observaciones que nos realizó para que el trabajo se desarrollara de la mejor manera, por ser esa guía y modelo a seguir y por formarnos como personas responsables y capaces de generar cambios. Gracias por creer en nosotras, por habernos brindado la posibilidad de desarrollar nuestro proyecto de grado.*

*A nuestros docentes por infundirnos el conocimiento que ha sido de gran ayuda para el desarrollo de la carrera y por ser parte de nuestra formación como profesionales y personas.*

*A los integrantes de laboratorios de suelos y construcción Harrison y York, por su colaboración durante el desarrollo de este proyecto.*

***Muchas Gracias.***

## SIGLAS

- **ISO:** Organización Internacional de Normalización
- **NTC:** Normas técnicas de Colombia
- **I+D+I:** Investigación, desarrollo e innovación
- **NSR:** Normas sismo resistentes
- **PMBOK:** Guía de los fundamentos de gestión de proyectos

## RESUMEN EJECUTIVO

La Universidad de la Costa, con más de 44 años de servicio a la comunidad, cuenta con una gran trayectoria a nivel académico en la región Caribe, debido al impacto positivo generado por sus programas y en especial el programa de ingeniería civil, del cual son sus egresados quienes destacan en diferentes escenarios, lo que hace que se posicione al Programa como uno de los elegidos por aquellos jóvenes de las poblaciones de la Región Caribe.

Un aspecto adicional que contribuye en el mejoramiento continuo y el aumento de la excelencia en el programa es la optimización de sus laboratorios para de esta manera incrementar la competitividad. Este es un factor creativo e innovador para el usuario interno, el estudiante, y externo, el sector de la construcción, que puede ser un referenciador que lo destaque entre los laboratorios de la Región.

Por esta razón se pensó en la necesidad de realizar un estudio que permita conocer el estado actual de los laboratorios de suelos y construcción de la Universidad, y plantear los estándares que se deben seguir para mejorarlos, lo cual es fundamental, ya que en futuros proyectos de investigación que incluyan en su desarrollo metodológico la realización de ensayos de laboratorio a suelos y materiales, será necesario garantizar resultados técnicamente válidos y confiables, que le otorguen más rigor a la investigación desarrollada.

Es así como se llega a concebir este proyecto con la orientación de realizar un análisis a la estandarización de los principales ensayos de los laboratorios de suelos y construcción de la Universidad de la Costa, basados en las normas NTC e INVIAS, de tal forma que se logre a futuro prestar servicios a clientes externos y fortalecer la calidad de las prácticas que realizan actualmente los estudiantes de ingeniería civil, teniendo en cuenta la importancia de estas prácticas en la formación académica de los mismos y para que la Universidad se abra al campo de la competitividad de un mercado existente.

Se utilizará en el mismo una metodología consistente en realizar un diagnóstico del estado actual de los laboratorios, sobre la base de 5 variables de gestión de calidad, las cuales son: mano de obra, maquinaria, muestra, medio ambiente, y método.

A partir de lo anterior se desarrolla una documentación que estandarice los procedimientos de los ensayos de suelos y construcción.

Como productos esperados se tiene además de la prestación de servicios de los laboratorios, sentar la base para la acreditación de estos, con la cual cuentan muy pocos laboratorios del país y por último acondicionar estas instalaciones para permitir procesos de I+D+I, que en las condiciones actuales se ven afectados debido al estado y a la carencia de equipos.

Los laboratorios estudiados para este proyecto fueron: LABORATORIO DE CONSTRUCCIÓN, Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTC 673), Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple apoyada cargada en el punto central (NTC 2871); LABORATORIO DE SUELOS: Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos (I.N.V E-123-13), Determinación del límite líquido de los suelos (I.N.V E-125-13), Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos (I.N.V E-126-13), Compresión encofinada en muestras de suelos (I.N.V E-152-13), Consolidación unidimensional de los suelos (I.N.V E-151-13), Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD) (I.N.V E-154-13).

Para este proyecto se mostrarán los procedimientos y requerimientos de los ensayos seleccionados, que son basados principalmente en normas internacionales elaboradas por instituciones de prestigio, en especial la ASTM, adaptadas a las necesidades específicas del INVÍAS, en este caso las normas actualizadas INVÍAS 2013 y la NORMA TECNICA COLOMBIANA, NTC.

Por otra parte, se logró establecer que existe gran demanda potencial de servicios de pruebas de construcción a partir de una amplia base de datos de empresas



constructoras encuestadas, que continuamente están necesitando de estas para sus procesos de aseguramiento de la calidad.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2. JUSTIFICACIÓN .....	16
3. OBJETIVOS .....	17
<b>3.1. OBJETIVOS GENERAL</b> .....	17
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	17
4. IMPACTOS Y/O EFECTOS ESPERADOS .....	18
<b>4.1. CIENTÍFICO TECNOLÓGICO</b> .....	18
<b>4.2. SOCIAL</b> .....	18
<b>4.3. AMBIENTAL</b> .....	18
<b>4.4. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD</b> .....	18
<b>4.5. ALCANCE</b> .....	19
5. ANTECEDENTES .....	20
<b>5.1. INVESTIGACIONES REALIZADAS</b> .....	22
6. MARCO TEÓRICO.....	24
<b>6.1. MARCO REFERENCIAL O INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA</b> .....	24
<b>6.2. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	31
<b>6.3. NORMATIVA</b> .....	40
<b>6.4. ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	43
<b>6.5. MUESTREO SIMPLE ESTRATIFICADO</b> .....	43
7. MARCO METODOLÓGICO .....	45
<b>7.1. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	45
<b>7.2. FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	46
<b>7.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	47
<b>7.4. HERRAMIENTAS</b> .....	48
8. DESARROLLO.....	49
<b>8.1. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS</b> .....	49

<b>8.2. DOCUMENTACIÓN DE LOS ROLES Y RESPONSABILIDADES .....</b>	<b>51</b>
<b>8.3. ELABORACIÓN DEL CUESTIONARIO PARA LA ENCUESTA .....</b>	<b>52</b>
<b>8.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>60</b>
<b>8.5. ANÁLISIS DE DEMANDA A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE ESTUDIO.....</b>	<b>72</b>
<b>8.6. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA .....</b>	<b>72</b>
<b>8.7. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>74</b>
<b>8.8. COTIZACION DE EQUIPOS .....</b>	<b>118</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>135</b>
<b>10. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>137</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>138</b>
<b>12. ANEXO 1 – ENCUESTA .....</b>	<b>140</b>

## INTRODUCCIÓN

Es importante analizar las oportunidades del mercado debido a que es potencialmente alto y rentable en cuanto a la realización de ensayos en las diferentes obras civiles. Toda obra civil requiere un alto control de calidad para culminar con éxito cada proyecto, por esto es necesario o indispensable un control de todos los procesos realizados durante su construcción teniendo en cuenta observaciones visuales y mediciones, pero también ensayo de laboratorios, evaluación y recolección de resultados de tal forma que el proyecto cumpla o se mantenga dentro de sus requerimientos. Todas las empresas buscan crecimientos de negocio por esta razón es importante que la universidad de la costa busque un desarrollo integral y sustentable y así generar una mejora para que se abra al campo de la competitividad de un mercado ya existente. Por tanto, todas las organizaciones deben ser competitivas y entrar en los cambios del mercado.

Un laboratorio es un espacio que debe estar adecuadamente equipado, para ejecutar correctamente los ensayos requeridos para el control de calidad y resultados de los materiales y/o muestras, para ello es necesario hacer un análisis de cada uno de los procesos que se realizan en ellos para así verificar que su funcionamiento sea el correcto e ir con mirar hacia una oportunidad de negocio, dentro de este proyecto los ensayos y normas escogidas para la estandarización de ensayos en los laboratorios de Suelos y Construcción de la Universidad de la Costa "CUC" son: LABORATORIO DE CONSTRUCCIÓN Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTC 673) Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple apoyada cargada en el punto central (NTC 2871) LABORATORIO DE SUELOS: Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos (I.N.V E-123-13) Determinación del límite líquido de los suelos (I.N.V E-125-13) Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos (I.N.V E-126-13) Compresión inconfiada en muestras de suelos (I.N.V E-152-13) Consolidación unidimensional

de los suelos (I.N.V E-151-13) Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD) (I.N.V E-154-13)

Teniendo en cuenta que la Universidad de la Costa C.U.C. pretende o quiere implementar en sus laboratorios un sistema de gestión de calidad, en este proyecto se identificara la norma NTC ISO 17025 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración), con el fin de que se realice adecuadamente un proceso con miras a la reacreditación del programa de ingeniería civil.

Basados en las 5 variables de gestión de calidad, las cuales son mano de obra, maquinaria, muestra, medio ambiente, método, se realizó un diagnostico con el fin de conocer el estado actual que presentan los laboratorios de suelos y construcción de la universidad de la costa con el objetivo de plantear estrategias que fomenten la buena práctica y el buen uso de estos para cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la norma NTC ISO/IEC 17025.

Por otra parte, se elaborará un estudio de mercado para identificar los posibles clientes, ya que contamos con información de CAMACOL , y con este se determinara un demanda real , un estudio de mercado reconoce estrategias que se adapten a las necesidades de los posibles clientes, reconociendo que la competencia es alta ya que existen muchas empresas formales dedicadas a la prestación de servicios de laboratorios de suelos y construcción, pero esto se realizó una encuesta con el fin de conocer la percepción de cada una de las empresas constructoras referente a los laboratorios donde llevan sus muestras sacando provecho y logrando generar resultados positivos para la universidad de la costa.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años en el país han ocurrido acontecimientos en el campo civil que han afectado de manera negativa a la sociedad, ocurriendo casos que han generado gran controversia, debido al impacto a todos los stakeholders de su entorno. La trazabilidad de estos casos conlleva a que entre las posibles causas se encuentre la ausencia al seguimiento de la calidad del suelo y los materiales usados. Por lo anterior, en el sector de la construcción se espera que se prioricen requerimientos que genere un control más estricto en la planificación de cada uno de los proyectos civiles. Tomando como punto de partida el proceso de planificación de los proyectos según el PMBOK quinta edición, se considera como uno de los entregables la planeación de la calidad del terreno y sus materiales, el cual apunta a la realización de los respectivos ensayos en campo y laboratorio de los materiales críticos dentro del proyecto constructivo.

Una de las formas de demostrar resultados técnicamente confiables, es a través de la estandarización e implementación de normas que regulen cada uno de los procesos que se llevan a cabo para el análisis de muestras en el laboratorio y en campo. No ha sido fácil lo anterior, debido a que en Colombia existe una normativa reguladora (POT, NSR, entre otras), la cual estipula los parámetros permisibles de la calidad de los suelos y materiales, pero esta es carente en cuanto a unificar criterios en el mercado donde cada uno de los proveedores de servicios sigan los lineamientos de un Sistema Regulador de Gestión de la Calidad (ISO 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración). Esto ha llevado a la proliferación masiva de laboratorios a nivel local, regional y nacional, que una u otra manera ha generado una informalidad dentro de la formalidad en cuanto a la ejecución de los ensayos de los suelos y materiales.

Con un promedio de 15 laboratorios dentro de la región se puede percibir dicha informalidad, propiciando una posible carencia en la calidad de dichos resultados, que igualmente al final son aceptados para otorgar licencias de construcción. Es por

eso que la Universidad de la Costa, como Institución de Educación superior asume el compromiso de liderar un proceso de estandarización de sus laboratorios, con miras a una futura acreditación de ellos bajo la norma NTC ISO 17025 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración), orientada a la investigación, extensión y prestación de servicios externos, garantizando la imparcialidad y credibilidad de los resultados objetivos. El presente proyecto propone el análisis de la estandarización de ensayos en los laboratorios de Suelos y Construcción de la Universidad de la Costa CUC, para que haga parte de una nueva etapa por parte de la universidad en la Implementación de un Sistema de gestión de la Calidad. Se hace necesario iniciar este proceso, ya que hay retos futuros latentes en el sector constructivo y de la investigación, en los cuales podría quedar rezagada la Universidad de la Costa, al no contar con la capacidad competitiva frente al mercado en el cual se desenvuelve.

En este contexto, es fundamental el desarrollo del presente proyecto no solo para brindar servicio externo a la comunidad, sino en miras a la reacreditación del programa de Ingeniería Civil, debido a la importancia de realizar prácticas de laboratorio de alta calidad en la formación académica del estudiante de la Universidad de la Costa. Debido a lo anterior ¿Cómo afrontara la Universidad de la Costa los retos futuros latentes del sector constructivo y de la investigación, careciendo de procesos estandarizados en los laboratorios de suelos y construcción, que le permitan competir frente al mercado en el cual se desenvuelve?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Uno de los aspectos más importantes para la realización de este proyecto reside en la responsabilidad social de ofrecer servicio de calidad conforme a la normativa y estándares que además de promover, garanticen por medio de sistema de gestión dicha calidad.

Teniendo en cuenta que la manera de obtener resultados óptimos y confiables es a través de la calidad de los recursos y demás factores que hacen parte de los laboratorios, se plantea una dotación de equipos modernos, así mismo la participación de profesionales especializados y conocedores de las necesidades de los clientes en materia de investigación de materiales de construcción y los diferentes tipos de suelos, lo cual requiere de la implementación de los principios de planeación estratégica, tales como misión, visión, objetivos y otros.

Por tanto, el proyecto plantea el análisis de la estandarización de los laboratorios de suelos y construcción, partiendo del diagnóstico actual de estos y además de un estudio de mercado que permita el diseño de los objetivos, de manera que proporcione plantear propuestas para alcanzar tanto niveles de satisfacción de los potenciales clientes, como niveles de calidad institucional (reacreditación), por medio de la creación de estrategias de innovación que permitan el alcance de los objetivos diseñados.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVOS GENERAL**

- ✚ Realizar un análisis de la estandarización de los laboratorios de suelos y construcción de la universidad de la costa CUC.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✚ Elaborar un diagnóstico de los ensayos en mención de laboratorios de suelos y construcción de la Universidad de la Costa.
- ✚ Hacer un estudio de mercado para identificar clientes potenciales.
- ✚ Establecer matriz de equipos y listado de precios para ensayos.
- ✚ Reconocer las normas con las que se realizan cada uno de los ensayos en mención de los laboratorios de suelos y construcción.
- ✚ Identificar las variables que todo sistema de gestión debe considerar.
- ✚ Plantear estrategias para incentivar el buen uso y mejora de los laboratorios de suelo y construcción de la Universidad de la Costa.

## **4. IMPACTOS Y/O EFECTOS ESPERADOS**

### **4.1. CIENTÍFICO TECNOLÓGICO**

La incidencia de este proyecto en el campo científico-tecnológico es fundamental ya que en futuros proyectos de investigación que incluyan en su desarrollo metodológico la realización de ensayos de laboratorio a suelos y materiales, será necesario garantizar unos resultados técnicamente válidos y confiables ya que le dará más rigor a la investigación desarrollada y por ende el producto generado podría ser del alto impacto.

### **4.2. SOCIAL**

Se espera que este proyecto genere un impacto social que fortalezca la relación universidad empresa estado donde los tres entes interactúen a favor del mejoramiento de la calidad de vida de las personas gracias a la generación de proyectos donde se apliquen cada una de las competencias que posee la Universidad de la Costa con su recurso humano y locativo.

### **4.3. AMBIENTAL**

Este proyecto espera atender posibles impactos ambientales generados debido a la disposición final de los residuos, una vez han sido objeto de ensayos solicitados por el cliente. Esta directriz estará documentada en los respectivos procedimientos de ensayos de los suelos y materiales, cuyos procedimientos también incluyen el control y manejo de los materiales, recursos naturales y la muestra durante el proceso de manipulación.

### **4.4. PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD**

La Universidad de la Costa, con más de 44 años de servicio a la comunidad, cuenta con una trayectoria debido al impacto positivo generado por los egresados del programa de ingeniería civil, lo que hace que posicione al Programa como uno de los elegidos por aquellos jóvenes de las poblaciones de la Región Caribe. Un

aspecto adicional para continuar con la excelencia en el programa es aumentar la competitividad de sus laboratorios lo que lo convierte en un factor creativo e innovador para el usuario y ser un referenciador que lo destaque entre los laboratorios de la Región. Una vez se hayan completado las etapas de este macro proyecto, se espera lograr que los laboratorios de suelos y construcción sean auto sostenibles gracias a la generación de ingresos producidos por la prestación de servicios a clientes externos.

#### **4.5. ALCANCE**

Una vez se lleve a cabo la ejecución del plan de trabajo de este proyecto, se espera sea la base para continuar un proceso que conlleve a la prestación inmediata de servicios incluidos en el alcance por parte de los laboratorios. De igual forma será una estrategia que facilite la reacreditación del programa de Ingeniería civil ya que los procesos que hacen parte de los laboratorios serán optimizados y entraran en una constante mejora continua. Finalmente, los resultados obtenidos serán suministro a los procesos de investigación y desarrollo de artículos en temas afines.

## 5. ANTECEDENTES

La evolución de la ciencia va de la mano con el crecimiento de la metrología, dado que para comprobar cualquier teoría se requieren medios para determinar las magnitudes físicas. Según Ernest Frank (1998) las medidas siguen siendo indispensables como parte intrínseca del método científico y del conocimiento.

Internacionalmente los países e instituciones encargados de impulsar los sectores productivos con confiabilidad trabajan en la conformación de redes metroológicas debidamente supervisadas garantizando el rigor técnico basado en estándares. Estas redes requieren del reconocimiento Nacional, Regional e Internacional. La red está conformada en la parte superior por organismos internacionales como la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Cooperación Internacional de Acreditación (IAF), la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC), el Bureau International des Poids et mesures (BIPM) y la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) (BIPM, OIML, ILAC, 2006).

Basados en la Revista Inge Cuc, Vol. 1, la Universidad de la Costa, CUC, surgió como respuesta a la necesidad de la Costa Atlántica de cubrir la insuficiencia de cupos a nivel de carreras profesionales que existían en la región. Fue así como un grupo de jóvenes visionario conformados por: Arq. Eduardo Crissien Samper, Adm. Nulbia Borrero de Crissien, Arq. Rodrigo Niebles De la Cruz, Econ. Miguel Antequera Stand, Econ. Ramiro Moreno Noriega, Econ. Rubén Maury Pertuz, Adm. María Ardila de Maury y con la colaboración del Abogado Onofre García Guerrero, un 16 de noviembre de 1970 tuvieron la idea de una organización que se dedicase a la Educación Superior y que se denominase “Corporación Universitaria de la Costa”. Esta abrió sus puertas por primera vez el tres (3) de enero de 1971 en la edificación ubicada en la Cra 42F-75B-169 e inició clases el tres (3) de febrero con 200 alumnos inscritos en los programas de Arquitectura y Construcción Civil, Administración y Finanzas, Derecho, Ciclo Básico de Ingeniería e Ingeniería Civil; desde el tres (3) de noviembre de 1973 la sede de la Universidad se encuentra

ubicada entre la Carrera 55 y 58 en predios del parque 11 de noviembre en lote de concepción del Consejo Municipal de Barranquilla de la época, presidido por el Sr. Alfonso Monsalva. El primer rector de la Institución fue el Dr. Rubén Maury Pertuz que desempeñaba este cargo hasta 1972 cuando fue sucedido por el Dr. Ramiro Moreno Noriega.

La Facultad de Ingeniería Civil fue aprobada mediante acuerdo 110 del 12 de julio de 1976 del instituto colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, bajo la rectoría del Dr. Ramiro Moreno Noriega. El primer Decano de la Facultad fue el Ing. Leónidas Berdugo quien simultáneamente se desempeñaba como funcionario de MOPT, y en 1972 fue sucedido por el Ing. León Vargas Castro, quien además era el Ing. Jefe de la División de Pavimentos de las EE PP MM, en este período la Secretaría Académica fue ejercida por el Dr. Onofre García Guerrero, quien desempeñaba este cargo en todas las Facultades y además ejercía la función de Secretario General de la Universidad. Durante la Decanatura del Ing. Rafael Caparoso Tovar se amplía la dotación y la planta física de los Laboratorios de Física; se crea el Laboratorio de Saneamiento Ambiental para análisis de aguas; se crea el cargo de Jefe de Laboratorios en septiembre de 1985 y fue ejercido por el Ing. Nayib Moreno Rodríguez. Desde enero de 1988 la Decanatura estuvo a cargo del Ing. Manuel Alarcón Badillo, quien creó el Laboratorio de Ensayo de Materiales y establece la separación física de los Laboratorios de Suelos y Pavimentos, del de Hidráulica y mejora las instalaciones del Laboratorio de Física. Desde octubre de 1991 el Centro de Investigaciones cuenta con el investigador Ing. Nayib Moreno Rodríguez y la Jefatura de los Laboratorios la desempeñaría la Ing. Constanza Martínez Rincón quien actualmente es docente de la asignatura de suelo (Laboratorio junto con el Ing. Moreno quien es docente de la asignatura de Fundaciones. Aunque ya existía un convenio con el SENA y se habían establecido servicios a la comunidad (Base Naval, Pastoral Social, Municipio de Luruaco, etc.), se inicia una etapa de promoción para la venta de servicios y convenios con municipios e instituciones para estudios ingenieriles, entre los cuales

se pueden destacar el convenio con los municipios de Yondó (Antioquia), Pueblo Nuevo (Córdoba) y Sabanalarga (Atlántico) entre otros y entidades tales como Telecom, Pastoral Social, Plan Padrino Internacional, etc. Cabe resaltar que al inicio de la Facultad no contaba con la infraestructura de Laboratorios por lo que fue necesario un convenio de servicio de Laboratorios profesionales con la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena. Este convenio que dio el impulso inicial a la Facultad se efectuó entre 1974 y 1976, siendo el Ing. Paz Franco Decano de la Universidad de Cartagena. En el periodo de 1977 a 1980 se establece un convenio con el Ing. Arnaldo Sabbag quien proporcionaría el equipo de Laboratorio necesario para los ensayos de suelos, pavimentos, concretos y se nombra como primer monitor de Laboratorio al estudiante Armando Bayuelo. La primera dotación de Laboratorio se efectuó en 1980 con la adquisición de equipos para ensayos de suelos, concretos y un gabinete de física.

## **5.1. INVESTIGACIONES REALIZADAS**

Existen varios proyectos propuestos relacionados con esta investigación, algunos de ellos se pueden encontrar en las siguientes universidades:

- ✚ En la PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA se encuentra un trabajo de grado titulado “Documentación de los Requisitos para Equipos de la Norma NTC ISO 17025:2005 para el Laboratorio EMICAL LTDA”, 2008, 46 p, este trabajo se realizó con la finalidad de generar la documentación necesaria para lo equipos, de tal forma que cumpla con los lineamientos de la norma ISO/IEC 17025:2005 para un Laboratorio llamado EMICAL LTDA.
  
- ✚ En la UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA se desarrolló una tesis Doctoral titulada “Desarrollo e Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad en un Laboratorio de Referencia “Unidad de Metales”. Acreditación según la UNE-EN ISO 15.189”, 2007, 242 p, en el cual se expone diversas

metodologías para desarrollar un Sistema de Gestión de la Calidad para un Laboratorio del Hospital Universitario “Miguel Servet” el cual dentro de su cultura se encuentra implementado un modelo de la calidad conocido como EFQM y buscan la excelencia de sus procesos y ven la acreditación como una forma de demostrar su compromiso con la mejora continua y la excelencia.

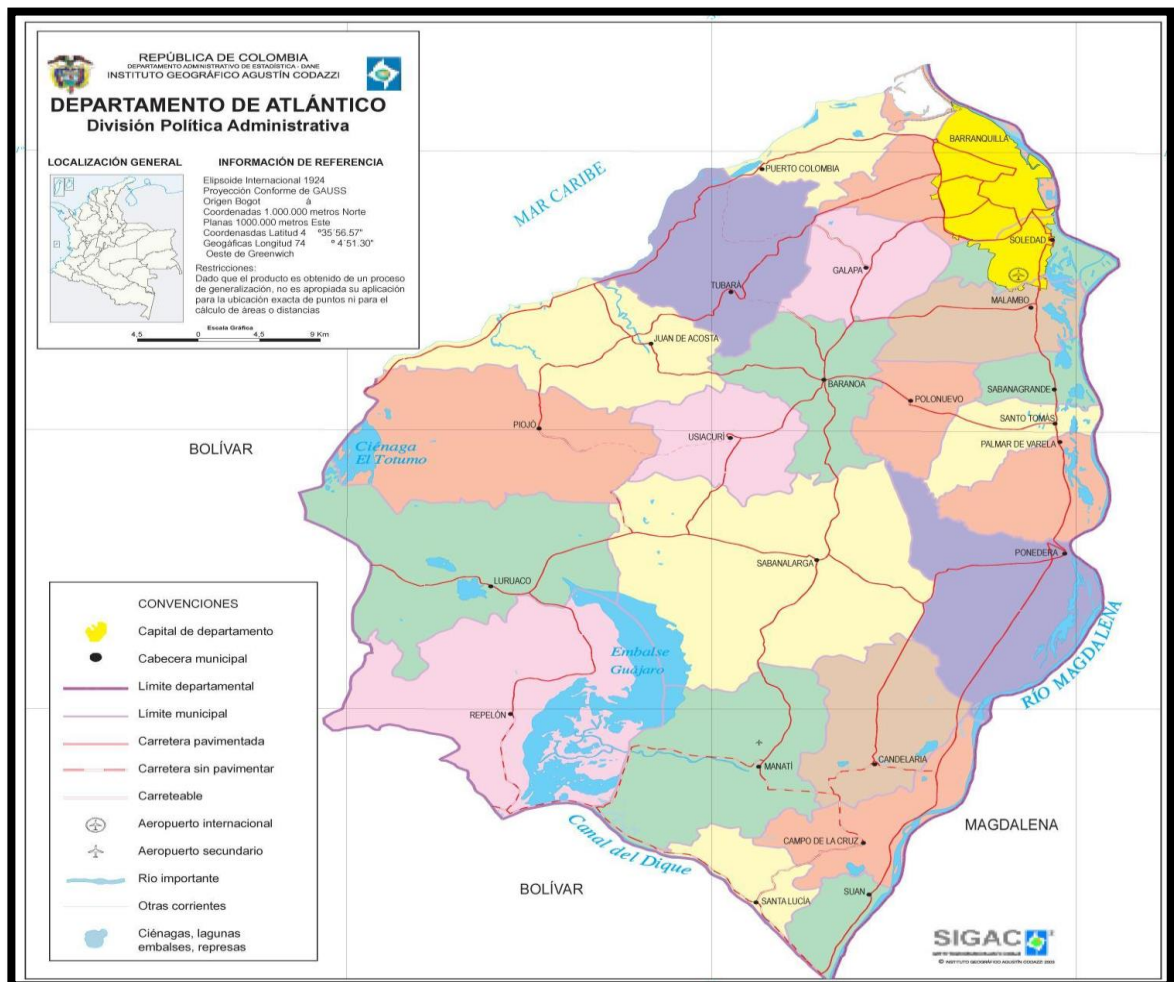
- ✚ En la UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS se encuentra un trabajo de grado titulado “Elaboración de la documentación requerida para un sistema de gestión de calidad basado en las normas ISO 9001:2000 e ISO 17025 para los laboratorios de suelos hidráulica y ensayos mecánicos de la Universidad Santo Tomás”, 2004, 116 p, en el cual generaron la documentación necesaria para un Sistema de Gestión de Calidad bajo los lineamientos de la ISO 17025 y 9001, con fines para la acreditación de estos Laboratorios.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. MARCO REFERENCIAL O INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA

La Universidad de la Costa, CUC se encuentra ubicada en el Municipio de Barranquilla en la Carrera 55 #58-66, Departamento del Atlántico. PBX: 336 22 00. (Sitio web oficial: <https://www.cuc.edu.co/>).

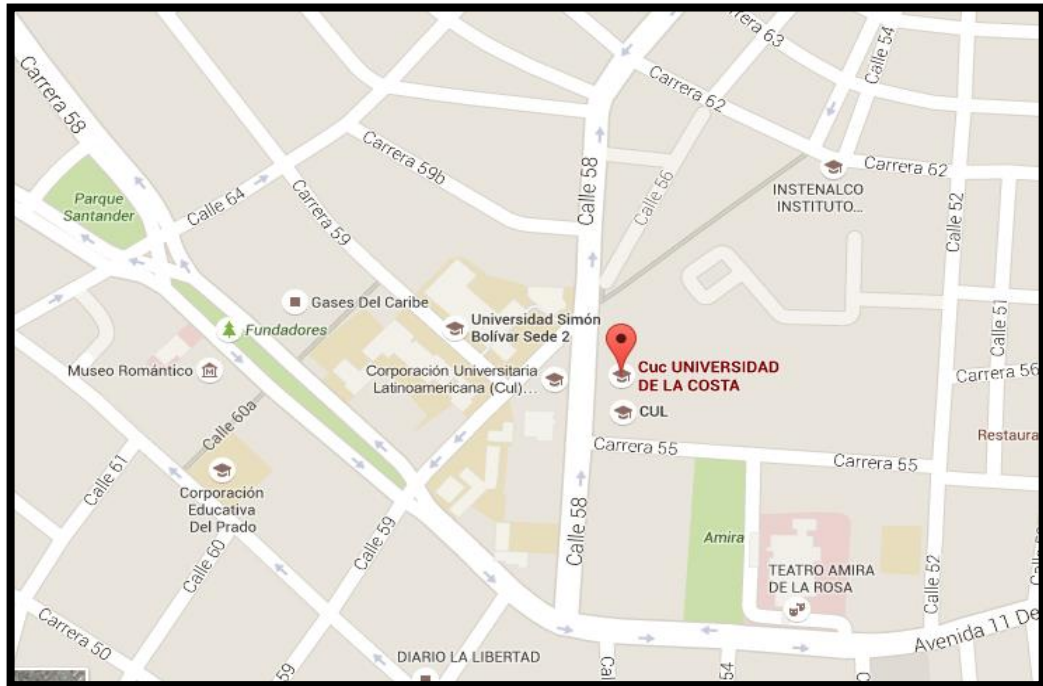
Ilustración 1. Mapa del departamento del atlántico



Fuente: IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2016.



**Ilustración 2. Plano parcial de la ciudad de Barranquilla**



Fuente: Google maps, 2016.

**Ilustración 3. Fachada de la universidad de la costa**



Fuente: Revista Primero Noticias, 2016.

La ciudad está localizada en el vértice nororiental del departamento del Atlántico, sobre la orilla occidental del río Magdalena, a 7,5 km de su desembocadura en el mar Caribe. Barranquilla se encuentra a una latitud  $10^{\circ} 59' 16''$  al norte de la línea ecuatorial y una longitud de  $74^{\circ} 47' 20''$  al occidente de Greenwich, tomando como referencia la plaza de la Paz, punto cero de la ciudad. El área urbana está edificada sobre un plano ligeramente inclinado cuyas alturas extremas, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, son 4 msnm al oriente y 98 metros al occidente, sobre el nivel del mar. Otras fuentes señalan alturas accidentales en las lomas, hasta de 120 metros fuera de la ciudad.

Políticamente, Barranquilla limita al oriente con el departamento del Magdalena (de por medio el río Magdalena), al norte con el municipio de Puerto Colombia y con el Mar Caribe (predios de la ciénaga de Mallorquín, tajamar occidental y Puerto Mocho), al occidente con los municipios de Puerto Colombia, Galapa y Tubará y al sur con el municipio de Soledad.

Extensión total: 154 Km<sup>2</sup>

En la época de 1620, donde los prolongados veranos, como aún ocurre en la región, dejaron sin agua y secaron los pastos o hierbas de la población de Galapa, los ganados de los indígenas de esa región buscaron por instinto la ruta del agua y el pasto, que logró encontrar en las "Sabanitas de Camacho" (lo que podría decirse que hoy corresponde al sector de las flores, siape y demás alrededores de la Vía 40).

Los indígenas que llegaron tras su ganado se vieron obligados a construir chozas y cabañas que en el curso de pocos años formarían el caserío denominado "Sabanitas de Camacho".

En 1626, el caserío fue acondicionado como punto de embarque, en ese tiempo la Corona Española le adjudicó estos terrenos a Don Nicolás De Barros, quien creó la

hacienda "San Nicolás" y por ser tan pequeña se le llamó "Barrancas o Barranquilla de San Nicolás".

En 1629, a pesar de no ser grande, la población se tuvo que organizar en calles y manzanas. Así transcurrieron varios años sin mayor importancia en la historia de Barranquilla, hasta llegar a 1743 cuando la ciudad ya contaba con un alcalde pedáneo, Don Lorenzo Telles, quien se encargaba de los negocios de escasa cuantía y de castigar faltas leves.

Un 7 de abril de 1813, el Gobernador del Estado de Cartagena, Manuel Rodríguez Torices después de perder a Santa Marta frente a la Corona Española, se traslada a Barranquilla elevándola a la categoría de 'Villa,' lo que equivale a provincia actualmente, convirtiéndose en capital del departamento de Barlovento o Tierra dentro (Hoy Departamento del Atlántico).

Después de esto Barranquilla queda en manos de los opresores españoles que hacen de la ciudad un pueblo fantasma, por las matanzas y violaciones que constantemente se producían entre el ejército español y los ciudadanos.

Solo hasta 1819 el Libertador Simón Bolívar vuelve a tomar poder en el Departamento de Santander y se encarga de atacar a los españoles en Cartagena, Santa Marta y por supuesto en Barranquilla. Después de todo lo luchado, por fin el 12 de junio de 1820 resucita Barranquilla con el arribo de la columna del coronel Mariano Montilla, patriota que se estableció en el Cuartel General del Ejército de la Costa.

Ahora con mayor autonomía y una nación libre de los mandos españoles, la Villa de Barranquilla logra tener como su primer Alcalde a Agustín Del Valle en 1821 y fue con el que se adecuó el viejo cuartel como primera edificación de la alcaldía (Ahora edificio del Banco Caja Agraria), ubicado en el Paseo Bolívar.

En octubre de 1857, Barranquilla es ascendida a la categoría de Ciudad.

Debido a su importancia en el sector de la economía nacional, el municipio de Barranquilla pasó a la categoría de Distrito Especial, Industrial y Portuario en 1993. La ciudad se encuentra en la primera región turística de Colombia, la Costa Norte, entre los principales polos de atracción como Cartagena de Indias al suroccidente y Santa Marta al nororiente.

Barranquilla es un centro industrial de primer orden. La actividad económica es dinámica y se concentra principalmente en la industria, el comercio, las finanzas, los servicios y la pesca. Entre los productos industriales se tienen las grasas vegetales y aceites, productos farmacéuticos, químicos, industriales, calzado, carrocerías para buses, productos lácteos, embutidos, bebidas, jabones, materiales para la construcción, muebles, plásticos, cemento, partes metalmecánicas, prendas de vestir y embarcaciones.

Los terminales marítimos y fluviales son motores del desarrollo industrial y comercial de la Región Caribe. El puerto de Barranquilla cubre dos rutas principales, la del río Magdalena, que lo comunica con el interior del país (ventaja que no poseen los otros puertos de la Costa Caribe), y la del mar Caribe, por la que se comercian millones de toneladas con Europa y Asia.

Gracias al creciente auge y demanda del carbón, se hace viable la construcción del nuevo Puerto de Aguas Profundas de Barranquilla, concesionado a la Sociedad Portuaria de Bocas de Ceniza. El "Superpuerto", como lo llaman localmente, tendrá una inversión inicial de 170 millones de dólares y estará listo para principios del año 2010. Para un futuro ensanche se prevé la utilización del "Superpuerto" en carga mixta.

Aunque todavía vale decir que nuestro municipio es agropecuario, porque tanto la agricultura como la ganadería juegan aún un papel importante en la base de su economía; a partir de la década de los 70s, cuando largas sequías frustraron las cosechas y las reses padecieron la falta de agua y pastos, la mujer costera asumió su rol de emprendedora y acudiendo a su ingenio natural, primero con artesanías

como flores de tuza y plumas, gorros enrruchados, bolsos de cañamazo y finalmente la confección de ropa, labor en la que sobresale a nivel nacional e internacional, indujo al hombre costero a convertirse a comerciante para llevar el producto de las microempresarias costeras hasta más allá de las fronteras patrias.

Atraídos por el auge comercial, muchos ciudadanos de origen alemán, norteamericano, italiano, español, sirio, árabe y libanés, se establecen en la ciudad dando origen a muchas empresas que ayudaron fortalecer el empuje industrial y económico, que la convirtieron en una de las cuatro ciudades más importantes del país, con gran densidad demográfica.

Con una adecuada infraestructura de servicios públicos, múltiples ventajas arancelarias, una moderna zona franca y eficientes parques industriales, la capital del Atlántico es un lugar estratégico para el desarrollo del comercio internacional. (Alcaldía de Barranquilla, 2016).

#### **6.1.1. Misión y Visión de la Universidad de la Costa – CUC.**

**Misión:** La Universidad de la Costa, CUC, tiene como misión formar un ciudadano integral bajo el principio de la libertad de pensamiento y pluralismo ideológico, con un alto sentido de responsabilidad en la búsqueda permanente de la excelencia académica e investigativa, utilizando para lograrlo el desarrollo de la ciencia, la técnica, la tecnología y la cultura.

**Visión:** La Universidad de la Costa, tiene como visión ser reconocida por la sociedad como una institución de educación superior de alta calidad y accesible a todos aquellos que cumplan los requerimientos académicos.

**6.1.2. Descripción del Programa de Ingeniería civil.** El 21 de febrero de 2011, el Ministerio de Educación Nacional mediante la resolución 1267 otorgó al programa de Ingeniería Civil el registro calificado con el código SNIES No 1976, con vigencia de siete (7) años.

El Consejo Académico de la institución aprobó el actual diseño académico del programa mediante la resolución 004 del 28 de marzo del 2007. Este plan de estudios está expresado en créditos académicos y tiene vigencia a partir del segundo periodo académico del año 2007. Está conformado por 180 créditos académicos desarrollados en 10 periodos, con 16 semanas cada uno, de los cuales, 147 créditos corresponden a asignaturas obligatorias, 21 créditos a asignaturas electivas y 12 créditos a la práctica empresarial.

Ubicación del Programa: Barranquilla - Colombia

Nivel del programa: Universitario

Norma Interna de Creación: Acta de Fundación N° 001 del 8 de enero de 1971. De la Junta Directiva de la Corporación Universitaria de la Costa, CUC.

Código SNIES: No. 1976

Resolución Registro Calificado: No. 1267 de 21 de febrero de 2011

### **6.1.3. Misión y visión de programa de ingeniería civil**

**Misión:** Formamos Ingenieros Civiles competentes e integrales, fundamentados en las ciencias básicas, con compromiso ético y social, habilidades lingüísticas, práctica investigativa y dominio conceptual y práctico del ejercicio profesional.

**Visión:** El programa será reconocido en la década del 2010 al 2020 por su contribución con el desarrollo sostenible de la nación, por su calidad académica manifiesta en egresados con pensamiento crítico, formación humanística y social, práctica investigativa e por aprender.

**6.1.4. Objetivo General del programa de Ingeniería Civil.** Formar profesionales integrales, con conocimientos básicos en el campo de la ingeniería civil, con un alto sentido de la responsabilidad, con capacidad para discernir y competentes para llevar a cabo la concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras de infraestructura física.

## 6.2. MARCO CONCEPTUAL

**6.2.1. Proyecto.** Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. (PMBOK, 5ta edición)

Según la guía del PMBOK un proyecto puede generar:

- ✚ Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo.
- ✚ Un servicio o la capacidad de realizar un servicio (p.ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución).
- ✚ Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes (p.ej., Un proyecto Seis Sigma cuyo objetivo es reducir defectos).
- ✚ Un resultado, tal como una conclusión o un documento (p.ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad).

Ejemplos de proyectos son los siguientes:

- ✚ El desarrollo de un nuevo producto, servicio o resultado.
- ✚ La implementación de un cambio en la estructura, los procesos, el personal o el estilo de una organización.
- ✚ El desarrollo o la adquisición de un sistema de información nuevo o modificado (hardware o software).
- ✚ La realización de un trabajo de investigación cuyo resultado será adecuadamente registrado.
- ✚ La construcción de un edificio, planta industrial o infraestructura.

- ✚ La implementación, mejora o potenciación de los procesos y procedimientos de negocios existentes

**6.2.2. Obra civil.** La obra civil, es la aplicación de nociones de la física, la química, la geología y el cálculo para la creación de construcciones relacionadas con el transporte, la hidráulica, etc. Las obras civiles tienden a contribuir a la organización del territorio y al aprovechamiento que se hace de éste. Las carreteras que posibilitan la circulación de medios de transporte, las represas que ayudan a gestionar los recursos hídricos, los puentes que permiten atravesar un río y el alcantarillado son algunos ejemplos de obras civiles.

**6.2.3. Proyecto de obra civil.** Por su parte, los proyectos de obra civil son todos aquellos lineamientos que sirven para elaborar las especificaciones de construcción que se llevan a cabo en una obra, van en función a las características de materiales y sistemas constructivos que se contemplan dentro de un proyecto estructural. Un proyecto bien ejecutado debe coordinar aspectos como el plazo de ejecución, el presupuesto, el diseño y los posteriores cálculos.

**6.2.4. Suelo.** El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo. Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. Además, el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor bio-físico-químico en donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él (Hillel 1998).



La cobertura del suelo se refiere al estado biofísico de la superficie del planeta, mientras que el uso del suelo es como y para que se utilicen esas coberturas (Campbell 1996, Turner et al. 1995).

El uso del suelo corresponde a las coberturas vegetales incluye vegetación natural como bosques y usos de los suelos rurales o suburbanos (agroecosistemas) que predominan en cuanto a actividades agrícolas (cultivos transitorios o permanentes), pecuarias, forestales, de producción y agroindustrias, entre otras (INGAC 2004), Las condiciones de los suelos para su uso se determinan por municipio teniendo en cuenta variables como: relieve, pendiente, retención de humedad, erosión, textura, profundidad efectiva y nivel de fertilidad.

**6.2.5. Estudio de suelo.** Un estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

**6.2.6. Diseños estructurales en concreto.** Los diseños estructurales se realizan a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse. El costo de la estructura siempre debe ser el menor, pero obteniendo el mejor resultado a partir de un análisis estructural previo. El diseño estructural debe siempre de obtener un rendimiento balanceado entre la parte rígida y plástica de los elementos, ya que, en muchas ocasiones, un exceso en alguno de estos dos aspectos puede conducir al fallo de la estructura.

**6.2.7. Concreto.** El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la

forma y dimensiones deseadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida. Es necesario agregar agua, además de aquella que se requiere para la reacción química, con el fin de darle a la mezcla la trabajabilidad adecuada que permita llenar las formaletas y rodear el acero de refuerzo embebido, antes de que inicie el endurecimiento. Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos. Un rango aún más amplio de propiedades puede obtenerse mediante la utilización de cementos especiales (cementos de alta resistencia inicial), agregados especiales (los diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes y agentes incorporadores de aire, microsílíceo cenizas volantes) y mediante métodos especiales de curado (curado al vapor). Estas propiedades dependen en gran medida de las proporciones de la mezcla, del cuidado con el cual se mezclan los diferentes materiales constitutivos, y de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantenga la mezcla desde el momento en que se coloca en la formaleta hasta que se encuentra totalmente endurecida. El proceso de control de estas condiciones se conoce como curado.

Para evitar la producción de concretos de bajos estándares se requiere un alto grado de supervisión y control por parte de personas con experiencia durante todo el proceso, desde el proporcionamiento en peso de los componentes, pasando por el mezclado y el vaciado, hasta la terminación del curado.

Los factores que hacen del concreto un material de construcción universal son tan evidentes que ha sido utilizado de diversas maneras por miles de años; probablemente se comenzó a usar en el antiguo Egipto. Uno de estos factores consiste en la facilidad con la cual, mientras se encuentra en estado plástico, puede depositarse y llenar las formaletas y moldes de cualquier forma. Su alta resistencia al fuego y al clima son ventajas evidentes. La mayor parte de los materiales constitutivos, con la excepción del cemento y los aditivos, están disponibles a bajo

costo, localmente o muy cerca del sitio de construcción. Su resistencia a la compresión, similar a la de las piedras naturales, es alta lo que lo hace apropiado para elementos sometidos principalmente a compresión, tales como columnas o arcos. Asimismo, de nuevo como en las piedras naturales, el concreto es un material relativamente frágil, con una baja resistencia a la tensión comparada con la resistencia a la compresión. Esto impide su utilización económica en elementos estructurales sometidos a tensión ya sea en toda su sección (como el caso de elementos de amarre) o sobre parte de sus secciones transversales (como en vigas u otros elementos sometidos a flexión). Para contrarrestar esta limitación, en la segunda mitad del siglo XIX se consideró factible utilizar acero para reforzar el concreto debido a su alta resistencia a la tensión, principalmente en aquellos sitios donde la baja resistencia a la tensión del concreto limitaría la capacidad portante del elemento. El refuerzo, conformado usualmente por barras circulares de acero con deformaciones superficiales apropiadas para proporcionar adherencia, se coloca en las formaletas antes de vaciar el concreto. Una vez las barras estén completamente rodeadas por la masa de concreto endurecido, comienzan a formar parte integral del elemento. La combinación resultante de los dos materiales, conocida como concreto reforzado, combina muchas de las ventajas de cada uno: el costo relativamente bajo, la buena resistencia al clima y al fuego, la buena resistencia a la compresión y la excelente capacidad de moldeo del concreto con la alta resistencia a la tensión y la aún mayor ductilidad y tenacidad del acero.

Es precisamente esta combinación la que permite el casi ilimitado rango de usos y posibilidades del concreto reforzado en la construcción de edificios, puentes, presas, tanques, depósitos y muchas otras estructuras. En tiempos más recientes se ha logrado la producción de aceros cuya resistencia a la fluencia es del orden de cuatro y más veces que la de los aceros comunes de refuerzo, a costos relativamente bajos. Asimismo, ahora es posible producir concretos con resistencias a la compresión cuatro a cinco veces mayores que los concretos comunes. Estos materiales de alta resistencia ofrecen ventajas que incluyen la posibilidad de

emplear elementos con secciones transversales más pequeñas disminuyendo las cargas muertas y logrando luces más largas. Sin embargo, existen límites en las resistencias de los materiales constitutivos, por encima de los cuales surgen ciertos problemas.

**6.2.8. Laboratorio.** Un laboratorio es un lugar físico que se encuentra especialmente equipado con diversos instrumentos y elementos de medida o equipo, en orden a satisfacer las demandas y necesidades de experimentos o investigaciones diversas, según el ámbito al cual pertenezca el laboratorio en cuestión. También es muy común que las escuelas, universidades o cualquier otro reducto académico cuenten con un laboratorio en el cual se dictarán clases prácticas u otros trabajos relacionados.

**6.2.9. Laboratorios de metrología.** En ellos se efectúan estudios tanto de las unidades y las medidas de las magnitudes, como de las exigencias técnicas de los métodos e instrumentos que se usan para la medición. Los laboratorios de este tipo se clasifican jerárquicamente teniendo en cuenta cuál es la calidad de sus patrones:

- ✚ **Nacional:** en estos laboratorios se encuentran el patrón primario, así como también los nacionales de transferencia.
- ✚ **Intermedio:** estos laboratorios se encuentran en los centros de investigación o incluso en ciertas universidades.
- ✚ **Industriales:** son aquellos laboratorios que se encuentran en compañías, que los usan para realizar ensayos de control de calidad.

La característica fundamental que observara cualquier laboratorio es que allí las condiciones ambientales estarán especialmente controladas y normalizadas con la estricta finalidad que ningún agente externo pueda provocar algún tipo de alteración o desequilibrio en la investigación que se lleva a cabo allí, asegurándose así una exhaustiva fidelidad en términos de resultados. La temperatura, la humedad, la

presión atmosférica, la energía, el polvo, la tierra, las vibraciones, el ruido, entre otros, son las cuestiones sobre las cuales más hincapié se hará, para que estén absolutamente controladas y no contradigan la normalidad necesaria y exigida de la que hablábamos.

**6.2.10. Estándares de calidad.** Actualmente la tendencia de los mercados a nivel mundial está enfocada a la apertura a través de tratados de libre comercio, donde las políticas van encaminadas a ofrecer productos y servicios de mejor calidad para afrontar los altos niveles de competitividad (Gasljevic, V. 2010). Por lo anterior las instituciones deben involucrar a todo su personal para que participe activamente en el cumplimiento de estándares de calidad para satisfacer las necesidades del cliente. Para dar cumplimiento a los estándares de calidad, se definen tres etapas:

- ✚ La primera y más básica se refiere al control de calidad que se basa en la inspección de los procesos.
- ✚ Luego el aseguramiento de la calidad que busca garantizar un nivel de calidad continuo del producto o servicio (N. Pérez, 2006).
- ✚ finalmente se refiere a los sistemas de gestión de calidad definido como el conjunto de elementos interrelacionados en una organización, la cual administra planificadamente la calidad en búsqueda de la satisfacción de los clientes (Alonso, M. Campo L, 2008).

Los principales elementos de un sistema de gestión de calidad son (Londoño, O. Rozo, D. 2007): Estructura de la organización, Responsabilidades, Procedimientos, Actividades y Recursos. Entre estos estándares cabe destacar la ISO 9001 para sistemas de gestión de la calidad, ISO – IEC 17025 que aplica para el diseño de sistemas de gestión de calidad en laboratorios, ISO 14001 que se emplea para la gestión ambiental y OHSAS 18000 que es la guía para el diseño de un sistema de seguridad industrial. En los laboratorios, la implementación de un sistema de gestión de calidad está orientado a soportar el desarrollo óptimo y sistemático de los

ensayos que realiza y se diseña teniendo en cuenta algunas variables como alcance de los ensayos, estandarización de los mismos y necesidad de acreditación (O. Londoño, 2007).

**6.2.11. Estandarización.** Se define como estandarización al “proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera standard o previamente establecida. El término estandarización proviene del término standard, aquel que refiere a un modo o método establecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones. Un estándar es un parámetro más o menos esperable para ciertas circunstancias o espacios y es aquello que debe ser seguido en caso de recurrir a algunos tipos de acción.

**6.2.12. Gestión de calidad.** Un sistema de gestión de la calidad es aquella parte de la organización enfocada al logro de resultados, en relación con los objetivos de calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda. Las diferentes partes del sistema de gestión de una organización pueden integrarse conjuntamente con el sistema de gestión de la calidad, dentro de un sistema de gestión único, utilizando elementos comunes. El sistema de gestión de la organización puede evaluarse comparándolo con los requisitos del sistema de gestión de la organización.

**6.2.13. Gestión de calidad de ensayos de laboratorios.** El laboratorio debe establecer, implementar y mantener un sistema de calidad conforme al alcance de sus actividades. El laboratorio debe documentar todo lo referente a sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones para asegurar la calidad de los resultados de las calibraciones y o ensayos. La documentación utilizada en este sistema de gestión de calidad debe comunicarse, ser entendida, estar disponible e implementada por personal apropiado.

Dentro del concepto de calidad (grado en el que un producto o servicio cumple con los requisitos definidos), es necesario asegurarse a través de las mediciones de las variables si se están cumpliendo con los requisitos determinados para ese producto o servicio. Por ello, en los laboratorios de ensayo se realizan estas mediciones, las cuales están sujetas a procesos de aseguramiento de la calidad. El aseguramiento de la calidad en los laboratorios de ensayo incluye una gran variedad de actividades para prevenir problemas y optimizar la precisión y exactitud de los ensayos.

Existen en la actualidad normas técnicas que sirven de apoyo para aplicar el aseguramiento de la calidad en los laboratorios de ensayo como: La norma ISO/IEC 17025: 2005 sobre evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, tiene como requisito para la acreditación de los laboratorios de ensayo y calibración que los laboratorios participen en ejercicios de intercomparación. Los ejercicios de intercomparación están definidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17043 como: “la evaluación mediante mediciones o ensayos sobre el mismo ítem o ítems similares por dos o más laboratorios de acuerdo con condiciones predeterminadas”. Estos ejercicios son una herramienta esencial para mantener y demostrar la competencia técnica de los laboratorios.

#### **6.2.14. Beneficios del sistema de calidad**

Se encuentran los siguientes beneficios de un sistema de calidad (Norma ISO):

- ✚ Mayor satisfacción del cliente
- ✚ Garantizar la calidad del producto o servicio
- ✚ Demostrar que los procesos se realizan de manera controlada
- ✚ Tener un enfoque de mejora continua de procesos y servicios de la organización
- ✚ Diseñar estrategias para la competitividad y permanencia en el mercado

- ✚ Evaluar la capacidad de institución para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentarios y propios de la institución.
- ✚ Aumento de la productividad y la eficiencia
- ✚ Mejora de la imagen y prestigio de la empresa
- ✚ Apertura a nuevos mercados
- ✚ Mejora la comunicación interna

### **6.3. NORMATIVA**

**6.3.1. Normas ISO.** La ISO (International Standardization Organizativo) es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo. Tiene como objetivo reducir costos, tiempo y trabajo, a su vez es eficaz y tiene capacidad de respuesta a los cambios.

**6.3.1.1. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025.** Esta Norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio. Esta Norma Internacional es para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas. También puede ser utilizada por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y los organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios.

**6.3.1.1.1. Requisitos generales de la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.** La norma ISO 17025 amplía el objetivo de las normas ISO 25 y EN 45001 ya que tiene en cuenta el muestreo y que los métodos de ensayo pueden ser no normalizados o bien pueden estar desarrollados por el propio laboratorio.



La norma ISO 17025 sigue teniendo como referencias válidas para consultar las normas ISO 9001 y ISO 9002. Esta norma ha sido el resultado de la extensa experiencia de la implementación de la Guía ISO/IEC 25 y de EN 45001, a las cuales reemplaza.

Contiene todos los requisitos que los laboratorios de ensayo y calibración deben cumplir si ellos desean demostrar que operan un sistema de calidad, son técnicamente competentes y son capaces de generar resultados válidos técnicamente.

#### **6.3.1.1.2. Requisitos generales para los ensayos de laboratorios según la norma ISO 17025 (INCONTEC.2005)**

- ✚ **Personal.** El laboratorio debe definir las competencias necesarias del personal que influya directa o indirectamente en los ensayos o calibraciones basado en la Educación, Formación, Habilidades (demostradas) y Experiencia de tal forma que se garantice una correcta ejecución de los ensayos o calibraciones.
  
- ✚ **Instalaciones y condiciones ambientales.** El Laboratorio debe tener las instalaciones y condiciones ambientales adecuadas, que aseguren el cumplimiento con lo exigido por las normas de ensayo o calibración; o que estas no afecten los resultados de los mismo, por lo cual el laboratorio debe tener y establecer los mecanismos necesarios que permitan controlar y regular a estas mismas.
  
- ✚ **Equipos.** La norma exige tener trazabilidad de los equipos empleados en los ensayos y/o calibraciones para los cuales está demostrando competencia, así como el laboratorio debe asegurar los resultados y las características emitidas por estos sea las adecuadas adicionalmente el laboratorio debe tener procedimientos para el Almacenamiento, transporte,

el uso y Manipulación de estos equipos, y tener disposiciones para la protección con el fin de evitar desajuste.

La norma exige que todos los equipos los cuales tengan un efecto significativo en los resultados de un ensayo o calibración, deben ser calibrados antes ser puestos en servicio con la finalidad de conocer su incertidumbre y el cumplimiento del mismo, por lo tanto el laboratorio debe tener un programa de calibración de estos equipos; adicionalmente es conveniente que el Laboratorio emplee patrones de referencia, con la finalidad de verificar sus equipos periódicamente para asegurar la calidad de sus resultados.

✚ **Muestreo.** El Laboratorio debe tener un plan y un procedimiento para el muestreo de ítems de ensayo y cuando sea necesario dar las recomendaciones necesarias al cliente, de tal forma que se preserve la integridad del ítem de ensayo.

✚ **Aseguramiento de la calidad de los resultados.** En este numeral la norma exige tener procedimientos los cuales le permita al Laboratorio asegurar la calidad de sus resultados, para esto el laboratorio deberá aplicar técnicas estadísticas; así mismo el Laboratorio puede contar con pruebas interlaboratorios, ensayos de repetitividad, empleo de materiales de referencia (patrones de laboratorio), o correlaciones de los resultados del laboratorio para diferentes características de un ítem.

**6.3.1.2. Normas INVIA – Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras.** Son unas normas técnicas para los proyectos de la red vial nacional. Elaboradas por el instituto nacional de vías, INVIA, que propiciar el desarrollo tecnológico de la infraestructura, en especial el mejoramiento de los criterios técnicos de diseño y de las normas y especificaciones de construcción y de ingeniería de materiales que deban emplearse en la ejecución de los proyectos y obras.

**6.3.1.3. Normas NSR – Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes.** Tiene por objeto reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. Contiene los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones nuevas, con el fin de que sean capaces de resistir las fuerzas que les impone la naturaleza o su uso y para incrementar su resistencia a los efectos producidos por los movimientos sísmicos. Es aplicable a edificaciones (construcciones cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos).

#### **6.4. ESTUDIO DE MERCADO**

El estudio de mercado (diagnóstico y pronóstico) tiene como finalidad determinar si existe o no una demanda insatisfecha, que justifique bajo ciertas condiciones la puesta en marcha de un programa de producción de ciertos bienes o servicios en un espacio de tiempo (Sosa y Rivas 1996).

Así mismo, Hernández (1996) afirma que el estudio de mercado es fundamental para el análisis de otros aspectos técnicos, económicos, y financieros que determinen la toma de decisiones, entre las que destacan la selección del tamaño de la planta y de la localidad geográfica donde será instalada.

#### **6.5. MUESTREO SIMPLE ESTRATIFICADO**

Es una técnica de muestreo en donde el investigador divide a la población en diferentes subgrupos o estratos, después se selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos de forma proporcional (Levine, 2006).

- ✚ Se utiliza el muestreo aleatorio estratificado cuando el investigador desea resaltar un subgrupo específico dentro de la población. Esta técnica es útil

en tales investigaciones porque garantiza la presencia del subgrupo clave dentro de la muestra (Levine, 2006).

- ✚ Los investigadores también emplean un muestreo aleatorio estratificado cuando quieren observar relaciones entre dos o más subgrupos. Con la técnica de muestreo aleatorio simple, el investigador no está seguro de si los subgrupos que quiere observar son representados equitativa y proporcionalmente dentro de la muestra (Levine, 2006).

### 6.5.1. Ecuación de muestreo estratificado

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

**n**= Tamaño de muestra que se desea calcular.

**N**= Tamaño del universo.

**Z**= Desviación del valor medio que se toma para alcanzar el nivel de confianza que se desea. Se usará un valor determinado para que vaya en función al nivel de confianza que se busque, este valor se determina por la forma que tiene la distribución de Gauss. Los más comunes son los siguientes:

✚ Nivel confianza 95% =  $Z=1,96$

Se aplicará un nivel de confianza de 95%, ya que ha sido el más utilizado para este tipo de estudios de encuestas.

**e**= Margen de error máximo que se admite (Este será del 5%).

**p**= Proporción que se espera encontrar; esta variable confunde a quienes aplican la formula. El motivo por el cual la p aparece en la fórmula es que cuando la población es muy uniforme, la convergencia a una población normal es más precisa, lo que permite reducir el tamaño de muestra.

## 7. MARCO METODOLÓGICO

### 7.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Para dar cumplimiento a los objetivos se plantea una metodología que se desarrollará en cinco etapas:

**a) Diagnóstico:** El proyecto inicia con un diagnóstico de la situación actual del laboratorio. En esta etapa se identifican las actividades que el laboratorio debería implementar a la luz de las NTC, INV.

**b) Elaborar estudio de mercado:** Que identifique los clientes potenciales para la prestación de servicios: Iniciar una búsqueda a nivel local, regional y nacional donde se diagnostique la percepción frente a la situación actual y sus posibles requerimientos para lograr su satisfacción.

**c) Diseño de matriz de equipos:** A partir de la información que se recolectó para evaluar la presente propuesta, se hace necesario elaborar, evaluar y analizar un listado de proveedores que suministre cotizaciones según los precios del mercado actual y elaborar una matriz comparativa que cruce y genere la mejor alternativa con miras a una inversión futura

**d) Establecer listado de precios para ensayos del alcance:** Generar una búsqueda de listado de precios en la competencia acreditada y no acreditada que preste servicios de ensayos a suelos y materiales, con el fin de tabular la información e insertarla en una matriz que oferte las alternativas económicas posibles para cada usuario y nos permita a partir de un criterio de costos elaborar el listado de los servicios que ofertará la Universidad de la Costa CUC.

**e) Plantear estrategia de mejora:** Esto con el fin de establecer que se debe tener en cuenta para una mejora continua dentro de cada laboratorio.

## 7.2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información tienen como objetivos principales buscar, localizar y difundir el origen de la información contenida en cualquier soporte físico, no exclusivamente en formato libro, aunque sus productos más elaborados y representativos sean los repertorios. (Arturo Martín Vega 1995).

**7.2.1. Fuentes primarias.** Se refieren a aquellos portadores originales de la información que no han retransmitido o grabado en cualquier medio o documento la información de interés. Esta información de fuentes primarias la tiene la población misma. (Eyssautier, 2002).

Bounocore (1980) define a las fuentes primarias de información como “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, nomografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano...”.

**7.2.2. Fuentes secundarias.** De acuerdo a Eyssautier (2002) ésta se refiere a las fuentes en las cuales la información ha sido transmitida o grabada por medios escritos o electrónicos, previa conformación de su veracidad y su comprobación científica.

### Grafica 1. Fuente de información Primaria vs. Información Secundaria

Información primaria	Información secundaria
<input type="checkbox"/> Escrita por el investigador mismo	<input type="checkbox"/> Escrita por personas ajenas a la investigación
<input type="checkbox"/> Informa resultados de experimentos o investigaciones	<input type="checkbox"/> Reseña o resume información publicada en fuentes primarias
<input type="checkbox"/> Su vocabulario es técnico, especializado	<input type="checkbox"/> Su vocabulario es general y fácil de entender
<input type="checkbox"/> Es información de primera mano	<input type="checkbox"/> Interpreta la información de primera mano
<input type="checkbox"/> Es publicada en revistas académicas o de investigación, conferencias, informes, tesis, patentes, u otras similares.	<input type="checkbox"/> Publicada en índices, bibliografías, libros de interés general, revistas populares, enciclopedias, páginas en internet, fuentes similares

**Fuente:** Página de Universidad de Puerto Rico, Mayagüez- Biblioteca general, 2009.

Dentro de este proceso se realizó una fuente primaria de información donde se vieron involucradas las personas o entidades que intervienen en esta investigación, a su vez una fuente de información secundaria que son las que previamente existen sobre el tema de investigación en cuestión, estas han sido consultadas en CAMACOL, oficinas de proyecto viales del INVIAS, entidades privadas en el sector de la construcción y expertos en el campo de la construcción. Y por otra parte consultas en internet donde se encontraron aspectos fundamentales sobre las prestaciones de servicios de los diferentes laboratorios de suelos y construcción en barranquilla y sus posibles clientes.

### **7.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Dentro de las técnicas de investigación se encuentran, las de campo, mixta y documental:

**Investigación de campo.** Es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio. Según Hernández, Fernández y Baptista (2003) puede definirse como “Aquel que se realiza mediante la recolección de los datos directamente de la realidad o del lugar donde se efectuara el estudio mediante la aplicación de técnicas de encuestas, entrevistas y observación directa”

**Investigación mixta.** Es aquella que participa de la naturaleza de la investigación documental y de la investigación de campo. Reza (1997) dice que la investigación mixta se determina a trabajos de investigación que en su método de agrupación y tratamiento de datos se relacionan la investigación documental con la de campo, tratando de solventar todos los posibles ángulos de exploración. Se aplican los dos métodos con el objetivo de consolidar los resultados ya adquiridos.

**Investigación documental.** Es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.). Arias (1999) Define la investigación documental como “Aquella

que se basa en la obtención de datos provenientes de material impreso u otros tipos de documentos”.

✚ En este proyecto se aplicó la fuente de investigación mixta, ya que se logró reunir investigación documental con la investigación de campo, con el propósito de ampliar una mejora continua de este, logrando que se cubran cada uno de los ángulos de exploración y conseguir así fortalecer los resultados obtenidos. Se desarrolló un análisis de campo dentro de las instalaciones de la universidad de la costa para identificar el estado del laboratorio de suelo y construcción de esta y así recoger información necesaria, a su vez un análisis de campo dentro de cada empresa seleccionada para identificar aquellos posibles clientes, realizando una encuesta con los encargados, para identificar cada uno de los aspectos que tienen en cuenta a la hora de llevar sus muestras a los laboratorios.

#### **7.4. HERRAMIENTAS**

Aquí esta una descripción de las herramientas que se utilizaron para el proyecto:

**a) Encuestas:** Se realizó una encuesta dirigida a los posibles clientes con el fin de conocer la percepción sobre los servicios ofrecidos por los laboratorios de suelos y construcción a sus empresas.

**b) Grupos de Opinión:** Los grupos de opinión son aquellas personas que realizaron la encuesta, estas fueron realizadas por expertos del sector de la construcción con conocimientos sobre el ámbito constructivo y la operación de esta fue realizada en las instalaciones de las empresas seleccionadas para dicho estudio. Dicho grupo lo conforma el stakeholders realizado en este trabajo.

**c) Utilización de software:** Se contó con la utilización de herramientas tecnológicas, entre las cuales estaban las siguientes:

✚ Microsoft Word

✚ Microsoft Excel



## 8. DESARROLLO

### 8.1. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS

**8.1.1. Declaración del alcance y creación del EDT.** La EDT es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente (PMBOK-5ta Edición).

Se pudo determinar para desarrollo de la EDT las actividades que van ligadas a cumplir con los objetivos específicos del preste proyecto, obteniendo los aspectos pertinentes que aportan a la ejecución de este.

La ejecución de la EDT cuenta con los siguientes entregables:

Entregables:

- ✚ Base bibliográfica (Libros, documentos, entre otros) acorde a la temática.
- ✚ Diagnóstico sobre el estado actual de los laboratorios de suelo y construcción de la universidad de la costa, basado en las 5M y reconociendo en las normas utilizada para cada ensayo escogido de cada laboratorio.
- ✚ Estudio de mercado para identificar posibles clientes, con su respectivo análisis.
- ✚ Listado de precios de los equipos utilizados en cada ensayo de laboratorio de suelos y construcción.
- ✚ Estrategias para incentivar el buen uso y mejora de los laboratorios de suelo y construcción de la Universidad de la Costa.

**8.1.2. Elaboración del cronograma del proyecto.** Para la elaboración del cronograma se tomaron cada uno de los aspectos necesarios para que el trabajo pudiera finalizar en el tiempo pronosticado.

**Tabla 1: Elaboración del cronograma**

<b>No</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	<b>DURACIÓN (Días)</b>
	Análisis de la estandarización de los laboratorios de suelos y construcción de la universidad de la costa CUC.	180
<b>1</b>	Hacer un diagnóstico del estado de los laboratorios de suelos y construcción de la universidad de la costa	
<b>1.1</b>	Base bibliográfica acorde al tema	40
<b>1.2</b>	Entrevistar a los laboratoristas	4
<b>1.3</b>	Reconocimiento de las normas utilizadas en los respectivos ensayos de suelos y construcción	15
<b>1.4</b>	identificar las 5M para los ensayos de laboratorios de suelos y construcción	15
<b>2</b>	Hacer un estudio de mercado para identificar posibles clientes	
<b>2.1</b>	Elaboración de encuesta	24
	Identificar las contracturas donde se realizarán las encuestas	12
<b>2.2</b>	Ejecución de la encuesta	15
<b>3</b>	Listado de precios de los equipos utilizados en cada ensayo de laboratorio de suelos y construcción.	
<b>3.1</b>	Consultar a las empresas proveedoras	10
<b>4</b>	Plantear estrategias para la mejora y el buen uso de los laboratorios de suelo y construcción de la universidad de la costa.	
<b>4.1</b>	Base bibliográfica acorde al tema	30
<b>4.2</b>	realiza una lista de estrategias para incentivar el buen uso y manejo en los laboratorios	15

**Fuente:** Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

### 8.1.3. Elaboración de presupuesto

La elaboración del presupuesto se elaboró acorde a las pautas determinadas por la alta dirección basada en la guía PMI.

### 8.1.4. Estimación de costo del proyecto

El costo total del proyecto fue de **\$ 3,720.000** el cual se determinó basándose en los rubros de capacitación, equipo, transporte, alimentación.

Los valores a continuación, fueron utilizados teniendo como referencias distintos proveedores.

**Tabla 2: Presupuesto del proyecto**

RECURSOS		UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>PAPELERIAS</b>	Necesarios para la documentación de informes	Und.	60	\$ 10.000,00	\$ 1.500.000,00
<b>CAPACITACIONES</b>		Horas	1	\$ 1.300.000,00	\$ 1.300.000,00
<b>TRANSPORTE</b>	Taxi	Und.	20	\$ 15.000,00	\$ 600.000,00
<b>MERIENDAS</b>	Coffe Breack	Und.	20	\$ 4.000,00	\$ 320.000,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.720.000,00</b>

Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## 8.2. DOCUMENTACIÓN DE LOS ROLES Y RESPONSABILIDADES

Fue importante determinar los roles, responsabilidades y las relaciones que cada uno de los participantes tendrían dentro del desarrollo del proyecto como tal.

**8.2.1 Matriz de responsabilidades.** Esta matriz de asignación de responsabilidades se realizó bajo el formato RACI donde muestra el trabajo asignado para cada participante del proyecto y así lograr con cada objetivo planteado.

<b>R: Responsable</b>	<b>A: aprobador</b>
<b>C: consultado</b>	<b>I: Informado</b>

**Tabla 3 Matriz de Responsabilidades**

RESPONSABILIDADES	PERSONAS	
	YOHANA CASTILLO	KARELIS PADILLA
Investigar material bibliográfico para el desarrollo del fundamento teórico de la investigación	R	R
Elaborar una lista de chequeo con el fin de realizar un diagnóstico y conocer el estado actual de los laboratorios en mención.	R	R
Con el fin de poner en marcha la prestación de servicios que ofrecen los laboratorios en mención, es necesario desarrollar una encuesta con el fin de conocer la percepción de los posibles clientes	R	R
Desarrollar un matriz de equipos que estarán disponibles donde sus ensayos están estandarizados para lograr una eficiente prestación de servicios a esos clientes identificados, incluyendo los respectivos precios	R	R
Plantear estrategias para incentivar el buen manejo y uso de los laboratorios de suelos y construcción de la universidad de la costa.	R	R

**Fuente:** Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

### **8.3. ELABORACIÓN DEL CUESTIONARIO PARA LA ENCUESTA**

Teniendo en cuenta las características de los servicios de laboratorios de suelos y construcción que producen valor en las empresas del sector constructivo como lo

son, calidad en las pruebas, equipos, procedimientos, personal encargado de los laboratorios, etc. se hizo una encuesta con el fin de identificar la percepción de las empresas constructoras acerca del servicio prestado de los laboratorios que frecuentan y los aspectos que tiene en cuenta sobre el mismo, y con esto identificar los elementos que influyen en las características de los posibles clientes.

- ✚ Se hicieron de tipo, selección múltiple y abierta con el fin de determinar las opiniones que cada empresa tiene acerca de los laboratorios de suelos y construcción donde llevan sus muestras.
- ✚ Esta encuesta consta de 12 preguntas, 9 de selección múltiple y 3 abiertas, esta información está realizada para que sea contestada de una forma ágil y dinámica, donde puede realizarse entre 8 a 10 minutos pues las preguntas son cortas y sencillas.
- ✚ Se realizó la respectiva validez de la encuesta para garantizar el grado de claridad de esta y así poder cumplir con su objetivo.

### 8.3.1. CARACTERIZACION DE LA POBLACION

**8.3.1.1. Población:** En primer lugar, se identificó los conjuntos de elementos que posee la información que busca la investigación, por esta razón se consultó a CAMACOL donde nos depositaron una lista de empresas del sector de la construcción en el Área metropolitana. Con esto se determinó el número de empresas a encuestar con el concepto de muestreo aleatorio simple estratificado, donde se tomarán los porcentajes de cada uno de los encuestados mediante el siguiente modelo matemático:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

**n**= Tamaño de muestra que se desea calcular.

**N**= Tamaño del universo.

**Z**= Desviación del valor medio que se toma para alcanzar el nivel de confianza que se desea. Se usará un valor determinado para que vaya en función al nivel de confianza que se busque, este valor se determina por la forma que tiene la distribución de Gauss. Los más comunes son los siguientes:

Nivel confianza 90% = **Z**=1,645

Nivel confianza 95% = **Z**=1,96

Nivel confianza 99% = **Z**=2,575

**e**= Margen de error máximo que se admite (Este será del 5%).

**p**= Homogeneidad.

En la siguiente están representados los valores de la población total distribuidos en los grupos afines a encuestar:

$$n = \frac{(139) * (1,96)^2 * (10\%) * (1 - 10\%)}{(139 - 1) * (5\%)^2 + (1,96)^2 * (10\%) * (1 - 10\%)} = 15$$

### **8.3.1.2. Muestra y tamaño de la muestra:**

Dentro de la muestra se escogieron las siguientes empresas constructoras:

- a) VALORES Y CONTRATOS S.A.
- b) AE INGENIEROS CIVILES S.A.S
- c) APIROS S.A.S.
- d) CONSTRUCCIONES PUBENZA S.A.S
- e) CONSTRUCTORA ARQUINOVA S.A.S.
- f) CONSTRUCTORA CASTRO PANESSO LTDA.
- g) CONSTRUCTORA CONCRETO S.A.

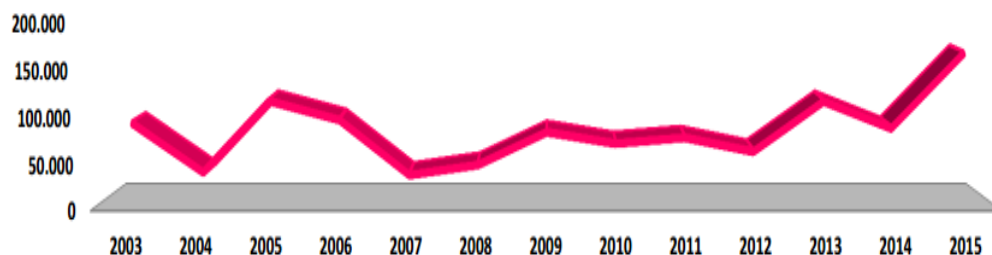
- h) CONSTRUCTORA DANTE S.A.S.
- i) CONSTRUCTORA LIDER DE COLOMBIA LTDA.
- j) CONSTRUCTORA MAGALLANES S.A
- k) CONSTRUCTORA VILLA LINDA S.A.S
- l) CONSTRUCTORES UNIDOS UNIÓN GLOBAL - MAVIG S.A.S.
- m) DESARROLLOS DEL ATLÁNTICO S.A.S
- n) EL POBLADO S.A.
- o) GEOTECO S.A.S

Las cuales son reconocidas por su trayectoria y se estima que tendrán gran demanda en los futuros proyectos de infraestructuras y desarrollo en los próximos años.

Según el siguiente resumen de Camacol correspondientes a los metros cuadrados para construir en barranquilla y su área metropolitana en mayo de 2015, se aprobaron 162.781 m<sup>2</sup> destinados para la construcción, presentando un incremento del 99% comparado con mayo de 2014. En abril de 2015, se licenciaron 100.72m<sup>2</sup>, equivalentes a un incremento del 62%. Los últimos doce meses, de junio a mayo 2015, se ah licenciado 2.223.600m<sup>2</sup> permitiendo un crecimiento del 80% con respecto al área acumulada entre junio 2013 a mayo 2014.

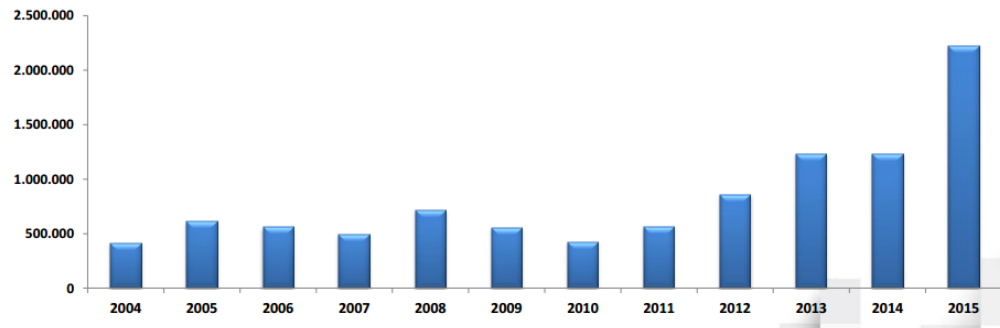
### 8.3.1.3. Licencias de construcción

**Ilustración 4: M<sup>2</sup> licenciados en el mes de mayo**



**Fuente:** DANE – Elaboración Camacol Regional Caribe, 2014.

### Ilustración 5: M² licenciados últimos doce meses

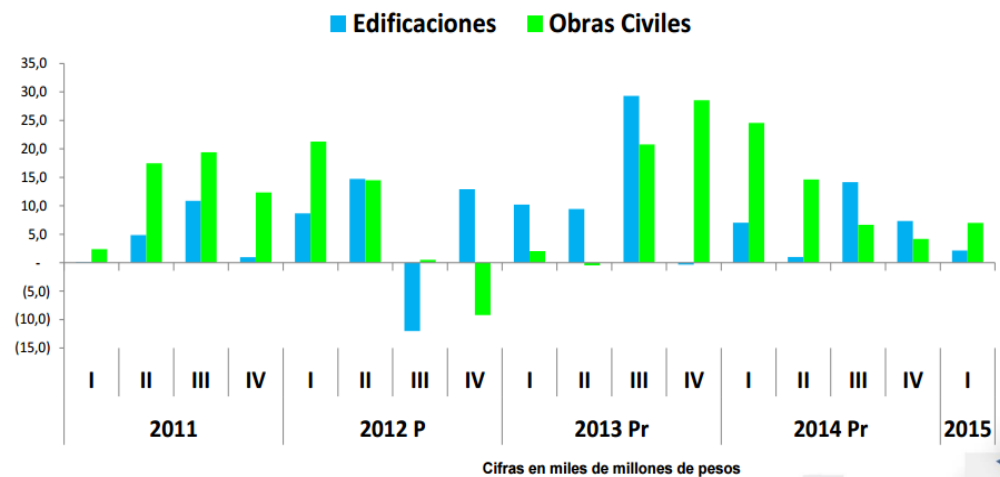


Fuente: DANE – Elaboración Camacol Regional Caribe, 2015.

En el I trimestre de 2015, el sector de la construcción se vio influenciado por el crecimiento de Obras Civiles con una variación anual del 7% y Edificaciones con un crecimiento del 2.1%

Entre julio 2014 y junio 2015, se han aprobado 1.837.802m2 destinados para la contruccion de viviendas, lo cual representa un incremento del 91% frente al area acumulada durante julio 2013 y junio 2014. En los ultimos 12 meses se han aprobado 18.382 unidades licenciadas lo cual representa un incremento del 111% con respecto al mismo años del periodo anterior.

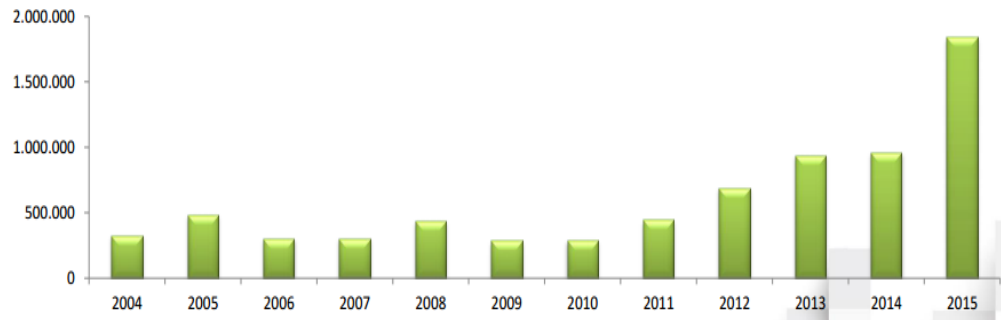
### Ilustración 6: PIB nacional trimestral – licencias de construcción



Fuente: DANE – Elaboración Camacol Atlántico, 2015.



### Ilustración 7: M<sup>2</sup> licenciados últimos doce meses



Fuente: DANE – Elaboración Camacol Atlántico, 2015.

Con esto podemos decir que existe gran demanda potencial de servicios de pruebas de construcción y que las informaciones suministradas por las empresas constructoras nos ayudaran a comprender el comportamiento de los elementos de la muestra.

#### 8.3.2. Preguntas de investigación

Las siguientes preguntas de investigación están en orden lógico de acuerdo al formato de la encuesta (Anexo 1)

- ✚ ¿Hace cuánto es cliente de los laboratorios de suelo y de construcción que frecuenta para llevar sus ensayos?
  - a) Más de 15 año
  - b) Entre 5 y 10 años
  - c) Entre 1 y 4 años
  - d) Menos de un año
  
- ✚ Califique la calidad del servicio prestado a su empresa en la realización de los ensayos de laboratorio de suelo y construcción.

- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular

✚ ¿El laboratorio donde realiza los estudios o ensayos de suelos y construcción entrega a tiempo los resultados de los estudios o ensayos?

- a) SI
- b) NO

✚ ¿Qué tan importante es para usted el costo del servicio solicitado?

- a) Extremadamente importante
- b) Muy importante
- c) Un poco Importante
- d) Ligeramente importante
- e) Nada importante

✚ ¿Al momento de elegir el laboratorio de suelos y construcción, bajo cuales criterios enfocaría su elección?

- a) Calidad
- b) Prestigio
- c) Precio
- d) Entrega oportuna
- e) Antigüedad
- f) Otro. Cual

✚ ¿Usted solicita al laboratorio de suelos y construcción los certificados de calibración de sus equipos?

- a) Si
- b) No

- ✚ ¿Qué grado de importancia le da al reconocimiento comercial que tengan los laboratorios de suelo y construcción?
  - a) Extremadamente importante
  - b) Muy importante
  - c) Un poco Importante
  - d) Ligeramente importante
  - e) Nada importante
  
- ✚ ¿Estaría dispuesto a pagar un precio más alto por realizar sus ensayos y estudios en un laboratorio acreditado?
  - a) Si
  - b) No
  
- ✚ ¿Existen proyectos futuros en su empresa en los cuales necesitaría contratar los servicios de algún laboratorio?
  - a) Si
  - b) NO
  
- ✚ ¿Qué problemas se le han presentado con los laboratorios en los que realiza sus estudios o ensayos?
  
- ✚ ¿Conoce usted los servicios que puede prestar la Universidad de la Costa en sus laboratorios?
  
- ✚ ¿Estaría interesado en conocer los servicios de laboratorios de la Universidad de la Costa? ¿Bajo qué criterios estaría dispuesto a utilizar estos servicios?

## 8.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

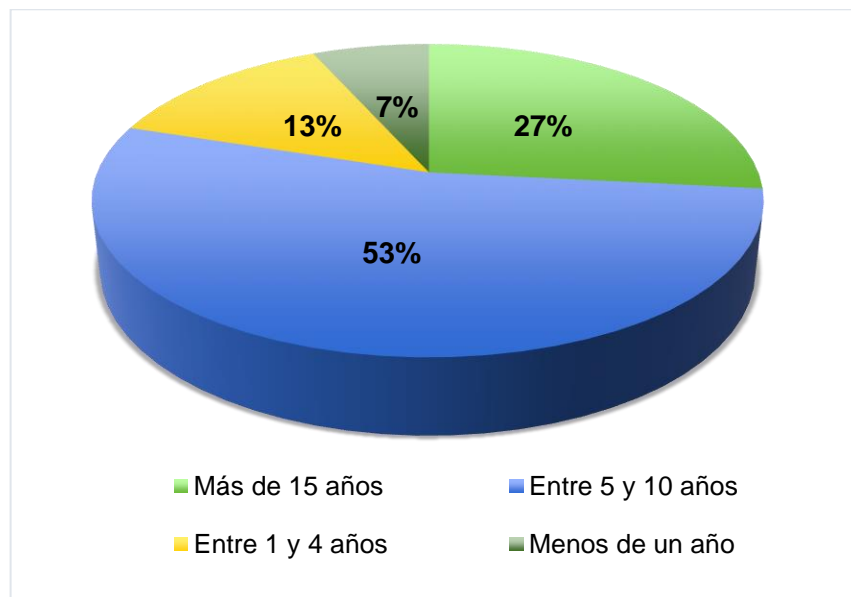
### PREGUNTA No 1.

¿Hace cuánto es cliente de los laboratorios de suelo y de construcción que frecuenta para llevar sus ensayos?

- a) Más de 15 años
- b) Entre 5 y 10 años
- c) Entre 1 y 4 años
- d) Menos de un año

**Tabla 4: Tabulación pregunta 1**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Más de 15 años		4	27%
Entre 5 y 10 años	15	8	53%
Entre 1 y 4 años		2	13%
Menos de un año		1	7%
			100%



**Análisis:** Un 27% de los encuestados es más de 15 años cliente donde lleva sus muestras de laboratorio, el 53% entre 5 y 10 años, un 13% entre 1 y 4 años y un 7% menos de un año. Esto quiere decir que un alto porcentaje de las empresas han sido clientes de los laboratorios de suelos y construcción entre 5 y 10 años.

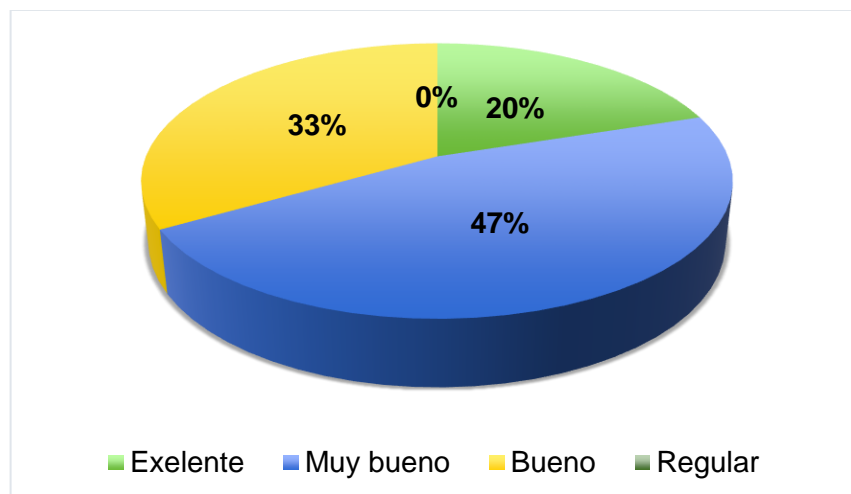
**PREGUNTA No 2.**

¿Califique la calidad del servicio prestado a su empresa en la realización de los ensayos de laboratorio de suelo y construcción?

- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular

**Tabla 5: Tabulación pregunta 2**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Excelente		3	20%
Muy bueno	15	7	47%
Bueno		5	33%
Regular		0	0%
			100%



**Análisis:** Un 27 % de los encuestados indico que la calidad del servicio prestado a su empresa en la realización de los ensayos de laboratorio de suelo y construcción es excelente, un 47% muy buena, una 33% bueno y un 0% regular. Se evidencia la buena aceptación y el grado de imagen de los laboratorios.

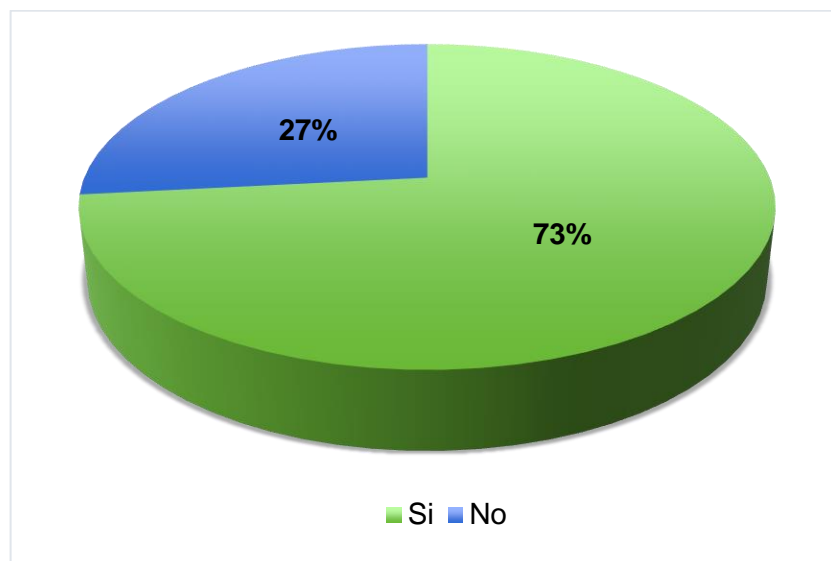
**PREGUNTA No 3.**

¿El laboratorio donde realiza los estudios o ensayos de suelos y construcción entrega a tiempo los resultados de los estudios o ensayos?

- c) SI
- d) NO

**Tabla 6: Tabulación pregunta 3**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
<b>Si</b>	15	11	73%
<b>No</b>		4	27%
			100%



**Análisis:** Un 73% indico que los laboratorios frecuentados entrega a tiempo los resultados de los estudios o ensayos y un 27 % indico que no, esto evidencia que existe gran puntualidad por parte de los laboratorios.

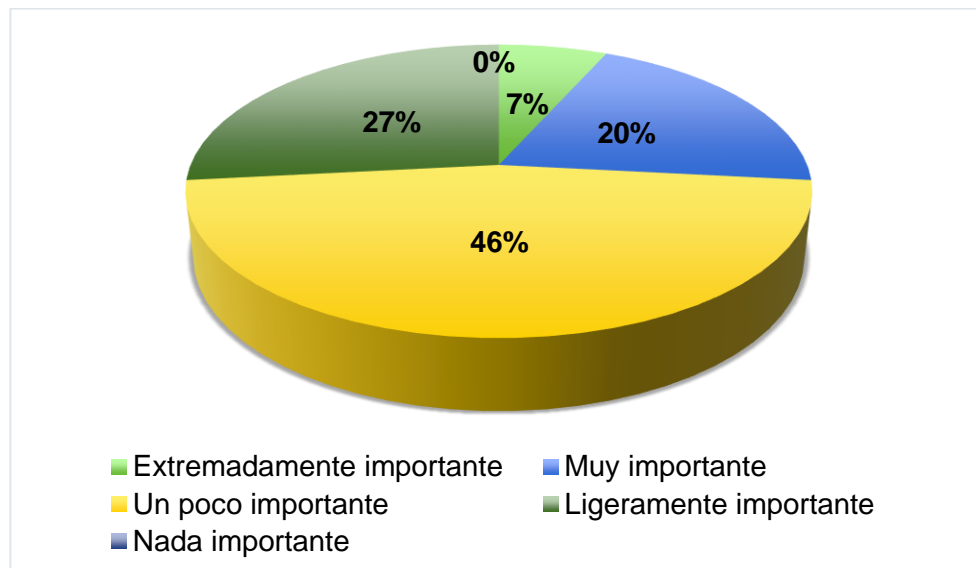
#### PREGUNTA No 4

¿Qué tan importante es para usted el costo del servicio solicitado?

- a) Extremadamente importante
- b) Muy importante
- c) Un poco importante
- d) Ligeramente importante
- e) Nada importante

**Tabla 7: Tabulación pregunta 4**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Extremadamente importante		1	7%
Muy importante		3	20%
Un poco importante	15	7	47%
Ligeramente importante		4	27%
Nada importante		0	0%
			100%



**Análisis:** Un 46% indicó que es poco importante el costo del servicio solicitado, un 27% importante, un 20% muy importante y un 0% nada importante, lo cual indica que por cierta parte no obedece a razones de tipos económicas.

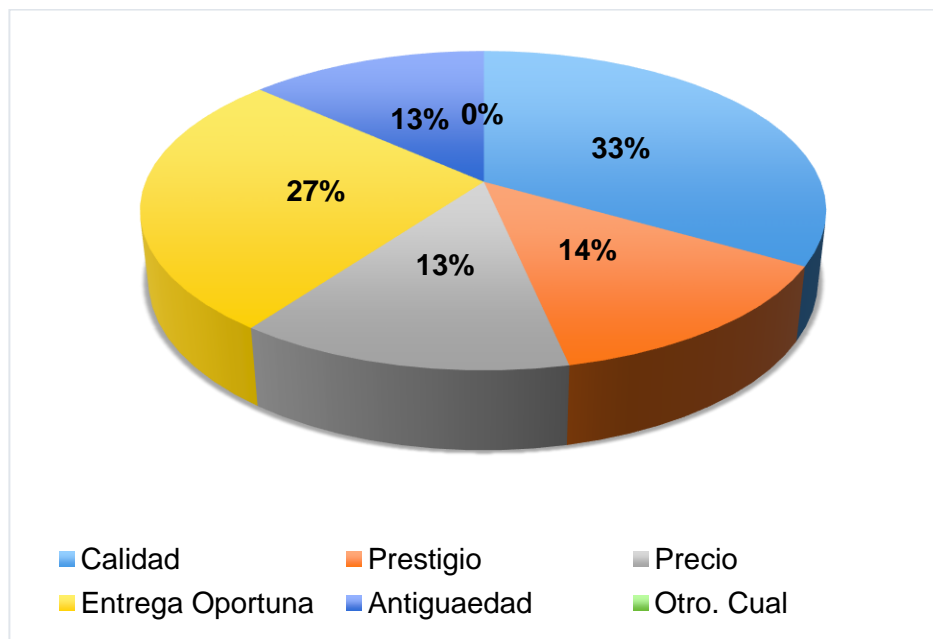
### PREGUNTA No 5.

¿Al momento de elegir el laboratorio de suelos y construcción, bajo cuales criterios enfocaría su elección?

- a) Calidad
- b) Prestigio
- c) Precio
- d) Entrega oportuna
- e) Antigüedad
- f) Otro. Cual

**Tabla 8: Tabulación pregunta 5**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
<b>Calidad</b>		5	33%
<b>Prestigio</b>		2	13%
<b>Precio</b>		2	13%
<b>Entrega Oportuna</b>	15	4	27%
<b>Antigüedad</b>		2	13%
<b>Otro. Cual</b>		0	0%
			100%





**Análisis:** De acuerdo a los diferentes criterios donde enfocaría su elección un 33% indico calidad, un 13% precio y antigüedad un 27% entrega oportuna y un 14% prestigio.

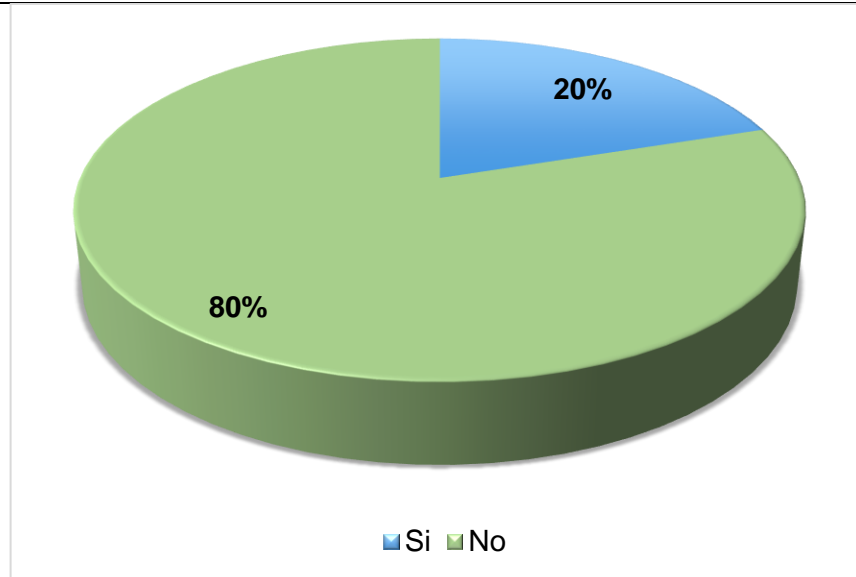
**PREGUNTA No 6**

¿Usted solicita al laboratorio de suelos y construcción los certificados de calibración de sus equipos?

- a) Si
- b) No

**Tabla 9: Tabulación pregunta 6**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
<b>Si</b>		3	20%
<b>No</b>	15	12	80%
			100%



**Análisis:** Se observó que solo el 20% de los encuestados indico que solicitan los certificados de calibración de sus equipos y un 80% no lo solicita, esto evidencia que no tienen cierto grado de importancia a la calibración de los equipos de laboratorios de suelos y construcción.

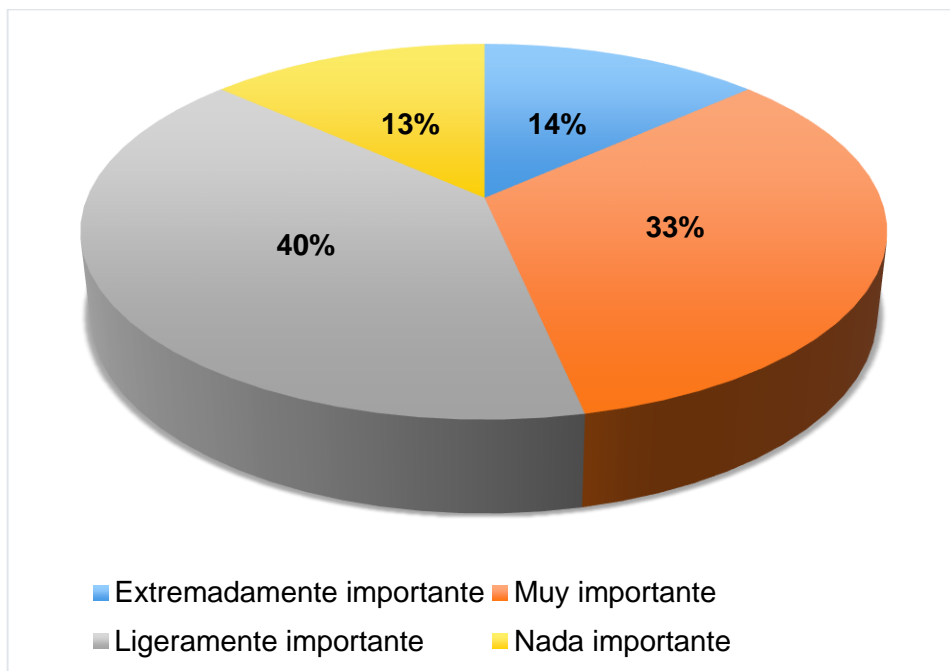
### PREGUNTA No 7.

¿Qué grado de importancia le da al reconocimiento comercial que tengan los laboratorios de suelo y construcción?

- a) Extremadamente importante
- b) Muy importante
- c) Ligeramente importante
- d) Nada importante

**Tabla 10: Tabulación pregunta 7**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Extremadamente importante		2	13%
Muy importante	15	5	33%
Ligeramente importante		6	40%
Nada importante		2	13%
			100%



**Análisis:** Para un 33% de los encuestados es muy importante el reconocimiento comercial que tengan los laboratorios de suelo y construcción, para un 13% extremadamente importante, para un 40% ligeramente importante y 13% nada importante.

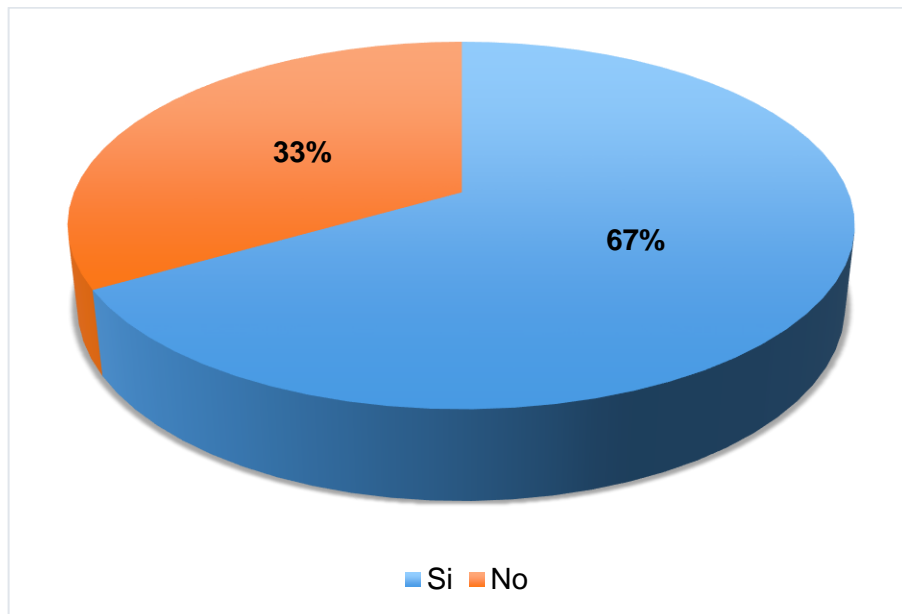
**PREGUNTA No 8.**

¿Estaría dispuesto a pagar un precio más alto por realizar sus ensayos y estudios en un laboratorio acreditado?

- c) Si
- d) No

**Tabla 11: Tabulación pregunta 8**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Si	10	10	67%
No	5	5	33%
			100%



**Análisis:** Un 67% de los encuestados estaría dispuesto a pagar un precio más alto por realizar sus ensayos y estudios en un laboratorio acreditado y un 33% no, con esto podemos decir que para los encuestados si sería importante y reconocido que los laboratorios donde llevan sus muestras estén acreditados pues les garantizarían mucha mejor calidad y confiabilidad.

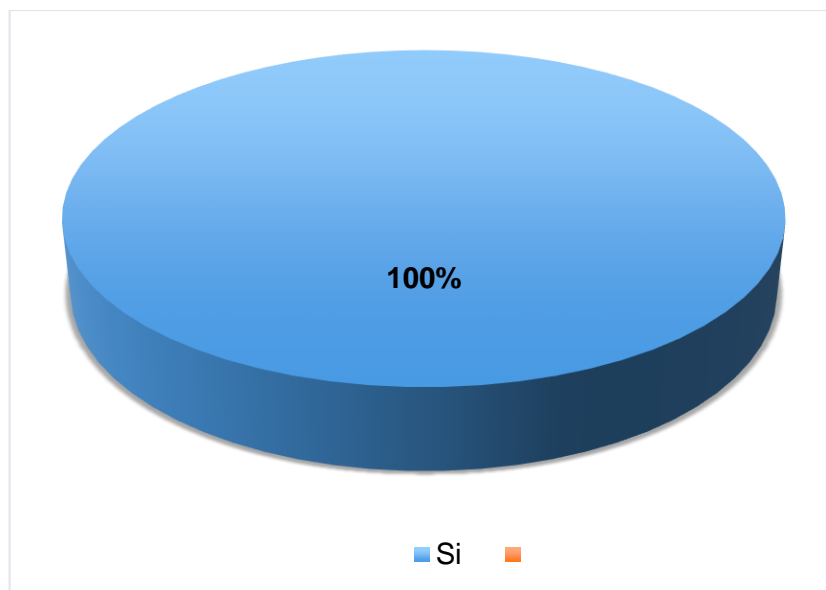
**PREGUNTA No 9.**

¿Existen proyectos futuros en su empresa en los cuales necesitaría contratar los servicios de algún laboratorio?

- c) SI
- d) NO

**Tabla 12: Tabulación pregunta 9**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
<b>Si</b>	15	15	100%
<b>No</b>		0	0%
			100%



**Análisis:** Un 100% de las empresas constructoras tienen futuros proyectos lo cual indica que existirá gran demanda para los laboratorios de suelos y construcción.

**PREGUNTA No 10.**

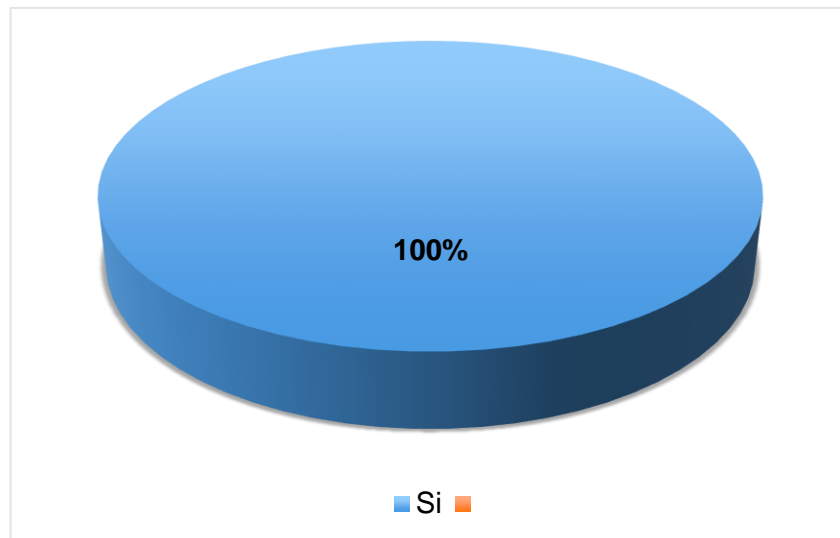
¿Qué problemas se le han presentado con los laboratorios en los que realiza sus estudios o ensayos?

Respuestas:

- ✓ Impuntualidad o retrasos en la entrega de informes o resultados
- ✓ Ninguno

**Tabla 13: Tabulación pregunta 10.**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Retraso	7	7	47%
Ninguno	15	8	53%
			100%



**Análisis:** Un 47% de los encuestados manifestaron que en ciertas ocasiones la entrega de los informes o resultado llega de manera retrasada, mientras que un 53% indicaron que no se les presentan inconvenientes.

### PREGUNTA No 11.

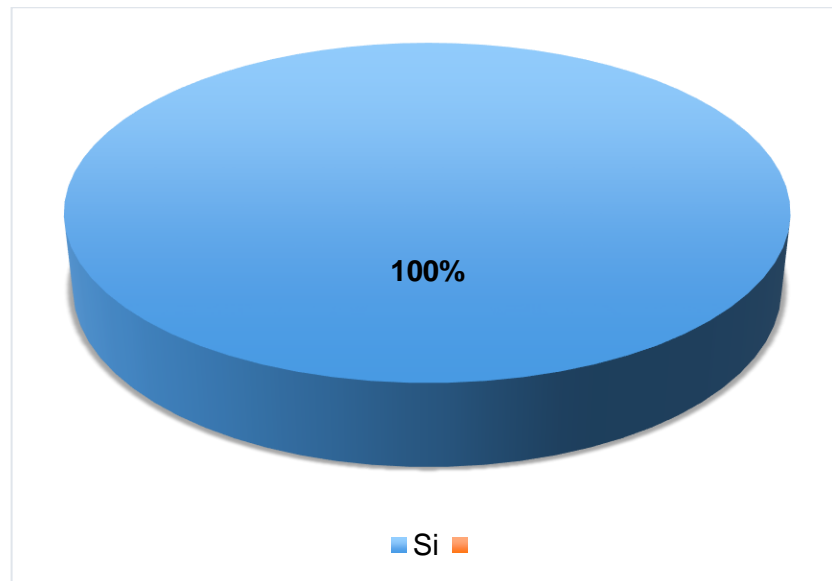
¿Conoce usted los servicios que puede prestar la Universidad de la Costa en sus laboratorios?

Respuestas:

- ✓ NO
- ✓ Hace algún tiempo

**Tabla 14: Tabulación pregunta 11**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
No	15	11	73%
Hace algún tiempo		4	27%
			100%



**Análisis:** Un 73% manifestó que no conocía de los servicios de laboratorios de suelos y construcción prestados en la universidad de la costa, y un 27% dijeron que alguna vez habían escuchado de estos servicios.

## PREGUNTA No 12.

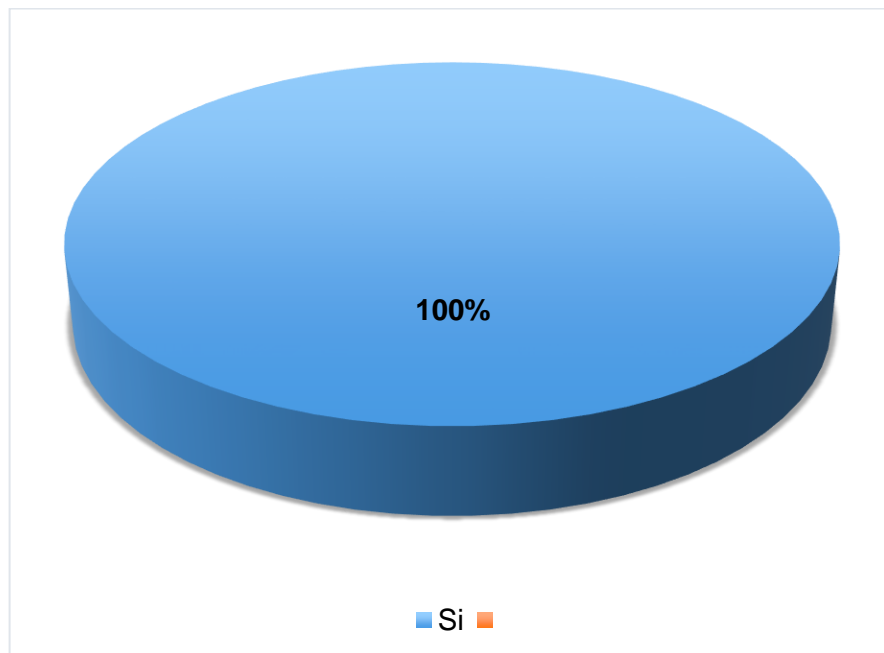
¿Estaría interesado en conocer los servicios de laboratorios de la Universidad de la Costa? ¿Bajo qué criterios estaría dispuesto a utilizar estos servicios?

Respuestas:

- ✓ Si
- ✓ Bajo el criterio de garantizar buena calidad del servicio, y a su vez puntualidad en la entrega de los informes.

**Tabla 15: Tabulación pregunta 12**

Respuesta	Cantidad	Muestra	Porcentaje
Si	15	15	100%



**Análisis:** El 100% de los encuestados está dispuesto a conocer los servicios de laboratorios de suelo y construcción en la universidad de la Costa, lo cual indica un alto grado de aceptación y de predisposición para adquirir el servicio.

## **8.5. ANÁLISIS DE DEMANDA A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE ESTUDIO**

A través de este estudio de mercado se puede observar que existen varios proyectos planeados para corto y mediano plazo, promovido por entidades tanto privadas como públicas. Se identificó que de 15 representantes de las empresas constructoras 15 estarían interesados en conocer acerca de los servicios prestados por los laboratorios de la universidad de la costa y 10 de estos manifiestan que si se garantiza una buena calidad y puntualidad en la entrega de los informes estarían dispuestos a contratar este servicio, lo cual significa un 67% de las empresas constructora.

## **8.6. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA**

Las competencias al pasar el tiempo se han especializado en ciertos ensayos y compiten con buenos equipos, agilidad y servicio. A continuación, se hará una breve descripción de algunos los laboratorios que se encuentran por fuera de la universidad de la costa, los cuales son considerados como competencia:

### **SUELOS INGENIERÍA LTDA**

UBICACIÓN: Carrera 48 # 76-62

Es una empresa líder en la prestación de servicios de ingeniería y construcción en el área de geotecnia. Desde 1989 realiza un permanente desarrollo técnico en diseño y construcción en esta área, caracterizándose por el alto nivel de calidad en la realización de sus proyectos. Cuenta con personal calificado y de amplia experiencia con fin de prestar un mejor servicio que satisfaga todas las expectativas de sus clientes en el país y el exterior.



### **CONSTRUSUELOS S.A.S**

UBICACIÓN: Calle 70b # 34-30 Piso1

Ofrece sus servicios de construcción de obras civiles geotécnicas, consultoría en estudios de suelos y ensayos de laboratorio, a través de un compromiso con el cumplimiento de los requisitos del cliente y garantizando su satisfacción.

### **UNIVERSIDAD DEL NORTE**

UBICACIÓN: Km 5. Vía Puerto Colombia

El Laboratorio de Geotecnia y Materiales de Construcción tiene como misión la realización de análisis físico-mecánicos a suelos, agregados y mezclas de concretos de clientes de las áreas de suelos, pavimentos y estructuras, entre otros, utilizando metodologías validadas y con personal capacitado y competente, generando resultados técnicamente válidos, de igual forma, el Laboratorio sirve de apoyo al proceso de formación académico de los estudiantes de Ingeniería Civil, Especializaciones e Investigadores de programas de Postgrado.

### **LABORATORIOS CONTECÓN-URBAR S.A.**

UBICACIÓN: Calle 76 #58-48

En Laboratorios Contecon Urbar ofrecemos soluciones de ingeniería para estructuras, control de calidad de materiales y estudios de suelos para el sector de la construcción. Enfocados en realizar todas las pruebas y ensayos necesarios para garantizar resultados confiables y siempre a tiempo.

Según información recopilada de dichos laboratorios, se estimó que realizan un promedio de 5 pruebas diferentes al día, teniendo en cuenta que se tiene un solo operario y auxiliar. Los equipos que se utilizan están bien calibrados, tienen equipos digitales y cumplen con las condiciones ambientales necesarias; lo que los hacen bastante competitivo y con grado de confiabilidad que toda empresa constructora o

ingeniero interesado busca. Por otra parte, la presentación de sus resultados o informes son claros y concisos.

## **8.7. DIAGNÓSTICO**

El uso de las normas en todo ensayo de laboratorio es necesario para un mejor entendimiento y desarrollo al momento de su realización, para que así se logre el objetivo, y para que cada ensayo se haga correctamente aportando así validez en el resultado. Se mostrarán los procedimientos y requerimientos de los posteriormente ensayos mencionados que se basan principalmente, en normas internacionales elaboradas por instituciones de prestigio, en especial la ASTM, adaptadas a las necesidades específicas del INVÍAS, en este caso las normas actualizadas INVIAS 2013 y la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC. Estas se deben manejar con exactitud para evitar conclusiones erróneas sobre el comportamiento de los materiales ensayados, por otra parte, se muestra una verificación de cumplimiento en el laboratorio de la universidad de la costa CUC, incluyendo en este los equipos encontrados, su calibración y tiempo de uso. La calidad de los resultados en cada ensayo depende de una buena competencia del personal que las realice, calibración, estado, y mantenimiento de los equipos; ya que deberán garantizar que los equipos que utiliza son idóneos.

Ensayos:

- a)** Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos, INV E-123-13
- b)** Determinación del Límite líquido de los suelos, INV E-125-13
- c)** Límite plástico e Índice de plasticidad de los suelos, INV E-126-13
- d)** Consolidación unidimensional de suelos, INV E-151-13
- e)** Compresión encofinada en muestras de suelo, INV E-152-13
- f)** Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD), INV E-154-

13

- g) Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTC 673)
- h) Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple apoyada cargada en el punto central (NTC 2871).

### **8.7.1. Diagnóstico de ensayos basado en las 5 M**

**8.7.1.1. Mano de obra.** El manejo de los equipos, muestras y además ejecución de los ensayos para los laboratorios de suelo y construcción, están a cargo de YORK CASALINS MEZA y HARRISON PULIDO CABRERA para cada laboratorio respectivamente.

**8.7.1.2. Medio ambiente.** No se controlan las condiciones medioambientales: (temperatura y humedad relativa). El laboratorio no cuenta con termohigrometros.

### **8.7.1.3. Diagnostico ensayos en laboratorio de suelos**

#### **a) DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS.**

**NORMA:** *INV E-123-13*

**MUESTRA:** Masa del suelo secado al aire el cual estará constituido por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 2 mm (No. 10) y otra que pasa dicho tamiz.

**MAQUINARIA:** A continuación, se presenta en las tablas 16 y 17, la verificación del estado de los equipos necesarios para la realización del ensayo *DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS.*

**Tabla 16: Estado del juego Tamices**

	VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Juego de tamices completo de maya cuadrada						
75 mm (3")		x			x	
50 mm (2")	x		1 tamiz en buen estado		x	5 años aprox.
37.5 mm (1-½")	x		1 tamiz en buen estado, 1 en mal estado		x	5 años aprox.
25 mm (1")		x			x	
19.0 mm (¾")	x		1 tamiz en buen estado, 1 en mal estado		x	5 años aprox.
9.5 mm (3/8")	x		1 tamiz en buen estado		x	5 años aprox.
4.75 mm (No. 4)	x		2 tamices en buen estado, 2 en mal estado		x	5 años aprox.
2.36 mm (No. 8)	x		1 tamiz en mal estado		x	5 años aprox.
2.00 mm (No. 10)	x		3 tamices en buen estado, 1 en mal estado		x	5 años aprox.
1.10 mm (No. 16)	x		1 tamiz en mal estado		x	5 años aprox.
850 µm (No. 20)	x		2 tamices en buen estado		x	5 años aprox.
600 µm (No. 30)	x		1 tamiz en buen estado, 1 en mal estado		x	5 años aprox.
425 µm (No. 40)	x		2 tamices en buen estado		x	5 años aprox.


	VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)	x		2 tamices en buen estado, 1 en mal estado		x	5 años aprox.
250 $\mu\text{m}$ (No. 60)	x		1 tamiz en buen estado, 1 en mal estado		x	5 años aprox.
106 $\mu\text{m}$ (No. 140)	x		2 tamices en buen estado		x	5 años aprox.
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)	x		1 tamiz en mal estado, 1 en buen estado		x	5 años y 20 años aprox.
75 $\mu\text{m}$ (No. 200)	x		5 en buen estado		x	5 años aprox.


Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

De manera general se presenta en la siguiente fotografía No. 1, el estado actual de los tamices presente en el laboratorio de suelos.




**Tabla 17: Estado del juego Tamices - Continuación**

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Hidrómetro 151 H y 152 H calibrados a 20°C y 68°F						
 <p><b>Fotografía No. 2</b></p>	x		Hidrómetro 151 H no se encuentra en el laboratorio		x	15 años aprox.
* Aparato agitador (denominados A y B)	x		Buen estado			

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
* Balanzas  <b>Fotografía No. 3</b>	x		3 balanzas, Mal estado			
1.Sensibilidad de 0,01g						
2.Sensibilidad de 0,1%						
* Cilindro de vidrio		x				
* Termómetro de inmersión	x					

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
<p>* Horno de capacidad máx. de temperatura de <math>110 \pm 5^{\circ}\text{C}</math> (<math>230 \pm 9^{\circ}\text{C F}</math>).</p>  <p><b>Fotografía No. 4</b></p>	X		Buen estado			



	VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
* Baño de agua o cuarto de temperatura constante  <b>Fotografía No. 5</b>	x				x	5 años aprox.
* Vaso de precipitados (Beaker) cap. 250 ml	x		4 de 250ml, 4 de 1000, 4 de 100, Buen estado			
* Recipientes de material no corrosibles, que no cambien de masa y además deben tener tapas).	x		Mal estado			
* Varilla de vidrio		x				
*Cepillo y brocha						

Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## MÉTODO

i. *PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO, DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 2.0 mm (No. 10).*

1. La porción de muestra retenida en el tamiz de 2.0 mm (No. 10) se separa en una serie de fracciones, usando los tamices de 75 mm (3"), 50 mm (2"), 37.5 mm (1 ½"), 25.0 mm (1"), 19.0 mm (¾"), 9.5 mm (⅜"), 4.75 mm (No. 4) y 2.00 mm (No. 10), o los que sean necesarios, dependiendo de la muestra o de las especificaciones aplicables al material que se ensaya.
2. Se sacude(n) el tamiz o tamices con un movimiento lateral y vertical acompañado de vibración y recorriendo circunferencias, de forma que la muestra se mantenga en movimiento continuo sobre las mallas. En ningún caso se permite girar o manipular fragmentos de la muestra para que pasen a través de un tamiz. Al desmontar los tamices se debe comprobar que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas atrapadas en la malla, se deben separar con una brocha o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz. Cuando se utilice una tamizadora mecánica, el resultado se puede verificar usando el método manual.
3. Se determina la masa de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de las masas de todas las fracciones y la masa inicial de la muestra no deben diferir en más de 1 %.

ii. *PROCEDIMIENTO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA FRACCIÓN QUE PASA EL TAMIZ DE 2.0 mm (No. 10).*

Dispersión de la muestra de suelo:

1. Cuando en el suelo prevalecen las partículas de limo y arcilla, se pesa una muestra de suelo secado al aire de, aproximadamente, 50 g. Si el suelo es predominantemente arenoso, la muestra deberá ser del orden de 100 g.
2. Se coloca la muestra en el vaso de vidrio de 250 ml y se cubre con 125 ml de solución de hexametáfosfato de sodio (40 g/litro). Se agita con la varilla de vidrio hasta que el suelo esté humedecido completamente y se permite su saturación durante 16 horas, como mínimo.
3. Terminado el período de saturación, se dispersa nuevamente la muestra utilizando uno de los aparatos agitadores (A o B). Si se usa el aparato A, se transfiere la lechada suelo-agua del vaso al recipiente de dispersión mostrado en la Figura 123 - 2, lavando con agua cualquier residuo del vaso dentro del recipiente (nota 8). Si es necesario, se añade más agua para llenar el recipiente de dispersión más arriba de la mitad. En seguida, se agita durante un (1) minuto.
4. Calibrar a 20° C (68° F) y las variaciones de temperatura producen imprecisiones en las lecturas reales del hidrómetro, las cuales son mayores a medida que la variación con respecto a la temperatura normalizada se hace más grande.
5. Se prepara 1 litro de líquido, compuesto por agua y agente dispersante, en las proporciones previstas para el ensayo de sedimentación (hidrómetro). Se coloca el líquido en el cilindro para sedimentación y se lleva el cilindro al baño de agua de temperatura constante, dispuesto a una de las dos temperaturas que se van a usar. Cuando la temperatura del líquido alcanza la del baño, se inserta el hidrómetro en el cilindro y, luego de un corto lapso para permitir que el hidrómetro también alcance la temperatura del líquido, se toma una lectura en la parte superior del menisco formado en el vástago. Para el hidrómetro

151 H, la corrección compuesta es la diferencia entre esta lectura y uno (1); mientras que para el hidrómetro 152 H es la diferencia entre la lectura y cero (0). A continuación, se llevan el líquido y el hidrómetro a la otra temperatura elegida y se determina de la misma manera la otra corrección compuesta.

***b) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS.***


**NORMA:** *INV E-125-13*

**MUESTRA:** Fracción de suelo que pasa el tamiz 425  $\mu\text{m}$  (No. 40).

**MAQUINARIA:** en la siguiente tabla No. 18 se presenta la verificación del estado de los equipos necesarios para la realización del ensayo *DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS.*

**Tabla 18: Verificación de equipos para norma INV E-125-13**

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Aparato del límite líquido (cazuela de casa grande)   <p><b>Fotografía No. 6</b></p>	x		4 En mal estado		x	20 años aprox.
Balanza - Sensibilidad de 0,01 g	x		3 balanzas en mal estado		x	5 años aprox.

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Espátula 75-100mm (3-4") de longitud y 20 mm (3/4 ").  <p style="text-align: center;"><b>Fotografía No. 7</b></p>	x		mal estado			5 años aprox.
Horno de capacidad máx. de temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ( $230 \pm 9^{\circ}\text{C F}$ ).	x		4 hornos en buen estado		x	

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
<p>Recipientes para la determinación de la humedad: recipientes pequeños, de material no corrosibles, que no cambien de masa y además deben tener tapas ajustables.</p>  <p><b>Fotografía No. 8</b></p>	x		mal estado			5 años aprox.
Calibrador		x				
Ranurador	x		mal estado			
Aparato para medir la resiliencia del equipo de límite líquido-(consiste en un tubo y su tapa de acrílico transparente, una bola pulida de acero de 8mm de diámetro y una barra pequeña imantada).		x				

Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## **MÉTODO**

### **i. *MÉTODO A: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO CON VARIOS PUNTOS DE ENSAYO***

- 1.** Se remezcla completamente el espécimen, ajustando su contenido de agua para que adquiriera la consistencia requerida para que sean necesarios entre 25 y 35 golpes de la cazuela para cerrar la ranura que se forma en el suelo. Se coloca una cantidad adecuada de suelo en la cazuela encima del punto donde ésta descansa en la base y se comprime y extiende con la espátula para nivelarla y, a la vez, dejarla con una profundidad de 10 mm en el punto de su máximo espesor. Se debe usar el menor número posible de pasadas con la espátula, evitando atrapar burbujas de aire en la masa de suelo. El suelo excedente se debe devolver al recipiente mezclador, el cual se debe tapar con el fin de retener la humedad de la muestra.
  
- 2.** El suelo colocado sobre la cazuela de bronce se divide con una pasada firme del ranurador, hundiendo el lado biselado de éste hacia adelante en una línea que va desde el punto más alto hasta el más bajo del borde de la cazuela. Al hacer la ranura, se sostiene el ranurador contra la superficie de la cazuela y se forma un arco, manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie de la cazuela durante su movimiento. En suelos en los que no se pueda hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrarlos, la ranura se corta con varias pasadas del ranurador. También, se puede hacer una ranura ligeramente menor usando una espátula y usando luego el ranurador hasta completar la dimensión deseada. Se debe tener un cuidado extremo, con el fin de evitar que la pasta de suelo se deslice sobre la superficie de la cazuela.
  
- 3.** Se verifica que no haya restos de suelo ni en la base ni en la parte inferior de la cazuela. Entonces, se levanta y golpea la cazuela girando la



manija a una velocidad de 1.9 a 2.1 revoluciones por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm ( $\frac{1}{2}$ "). Por ningún motivo se deberá sostener la base del equipo con una mano mientras se gira la manivela.

4. Se debe verificar que la ranura no se haya cerrado de manera prematura a causa de una burbuja de aire atrapada en el suelo. Ello se hace observando que ambos lados de la ranura hayan fluido de manera similar. Si no fue así, se deberá reconformar el suelo en la cazuela, añadiendo una pequeña cantidad de éste para reponer la porción perdida durante el ranurado y se repiten los pasos 10.1 a 10.3. Si el suelo se desliza sobre la superficie de la cazuela, se deberán repetir los pasos 10.1 a 10.3 empleando una humedad mayor. Si luego de varios ensayos con contenidos de agua sucesivamente mayores, la pasta de suelo se continúa deslizando en la cazuela o si el número requerido de golpes para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se informa que no es posible determinar el límite líquido y que el suelo es no plástico (NP), sin que sea necesario realizar el ensayo de límite plástico.
5. Se registra el número de golpes, N, requerido para cerrar la ranura en la longitud indicada en el numeral 10.3. Se saca una tajada de suelo, aproximadamente del ancho de la espátula, tomando parte de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura, incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto y se coloca en un recipiente de masa conocida y se tapa.
6. Se transfiere a la vasija de mezclado el suelo que sobró en la cazuela de bronce. La cazuela y el ranurador se deben lavar y secar, para tenerlas listas para el tanteo siguiente.

7. Se remezcla el suelo restante en la vasija, agregándole agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez y se repiten los pasos 10.1 a 10.6. La finalidad de este procedimiento es obtener muestras con consistencias tales, que al menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 25–35; 20–30 y 15–25.
8. Se toma el recipiente con la porción de suelo (Ver numeral 10.5), se pesa y se anota el valor obtenido. Se coloca en seguida dentro del horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ) hasta obtener una masa constante y se vuelve a pesar tan pronto como se haya enfriado y antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Se anota esta masa, así como la pérdida de masa debida al secado. La determinación de la masa inicial (recipiente más porción de suelo húmedo) se deberá realizar inmediatamente se termine el ensayo. Si éste se interrumpe por más de 15 minutos, la masa se deberá determinar en el momento de la interrupción.

ii. *METODO B: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO A PARTIR DE UN SOLO PUNTO DE ENSAYO*

1. Se procede como se ha indicado en los numerales 10.1 a 10.5, excepto que la humedad del suelo deberá corresponder a un número de golpes entre 20 y 30 para cerrar la ranura de suelo en la cazuela. Si al hacer la prueba se obtienen más de 30 golpes o menos de 20, se deberá ajustar la humedad del suelo y repetir el ensayo.
2. Inmediatamente después de recoger la muestra para determinar la humedad (como se describió en el numeral 5), se recupera la forma del suelo en la cazuela añadiendo una pequeña cantidad de él para recuperar la cantidad perdida a causa del ranurador y de la toma de la porción para hallar la humedad, y se repiten los pasos 2 a 5.

3. Si el cierre de la segunda ranura requiere el mismo número de golpes que la primera o no hay más de dos golpes de diferencia, se toma una porción del suelo para verificar su humedad. Si la diferencia es de más de dos golpes, el suelo se deberá re mezclar en su totalidad y se repetirá el procedimiento, comenzando por el paso 9. Hasta que el número de golpes requerido para el cierre de la ranura entre una y otra prueba no difiera en más de dos.

***c) LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.***

**NORMA:** *INV E-126-13*

**MUESTRA:** porción de suelo que pasa el tamiz de 425  $\mu\text{m}$  (No. 40).

**MAQUINARIA:** a continuación se presenta en la tabla No. 19, la verificación del estado de los equipos necesarios para la realización del ensayo *LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.*

**Tabla 19: Verificación de equipos para norma INV E-126-13**

	VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Tamiz-De 425 µm (No. 40)	x		2 tamices en buen estado		x	4 años aprox.
Placa de vidrio esmerilado		x				
Aparato de enrollamiento para determinar el límite plástico (opcional)		x				
Papel para el aparato de enrollamiento		x				
Balanza (cap. 100 g )	x		mal estado		x	5 años
1.Sensibilidad de 0,01 g	x		mal estado		x	
Capsula de evaporación (de porcelana o similar de 115 mm (4 ½ ") de diámetro.		x				
Horno de capacidad máx. de temperatura de 110 ± 5°C (230 ± 9°C F)	x		4 hornos en buen estado		x	3 de 20 años aprox. Y 1 con 5 años
Capsulas para la determinación de humedad de material no corrosibles, que no cambien de masa y además deben tener tapas.		x				
Botella plástico- con un dispositivo adaptado en su boca para aplicar agua en forma de rocío	x					
Espátula- de hoja flexible de unos 10 a 13 cm (4 a 5") de longitud y 2 cm (3/4") de ancho	x		mal estado			7 años aprox.

**Fuente:** Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## MÉTODO / PROCEDIMIENTO

1. Del espécimen del ensayo, se selecciona una porción de 1.5% o 2.0g con lo cual se forma una masa elipsoidal.
2. Se forman rollos con la masa de suelo, siguiendo alguno de los procedimientos próximamente mencionados.
3. Método manual: se hace rodar la masa de suelo entre la palma de la mano o los dedos y la placa de vidrio, con la precisión estrictamente necesaria para formar un rollo de diámetro uniforme en toda su longitud, que este alcance un diámetro de 3.2mm (1.8") (una Varilla o tubo de 3.2mm (1.8") de diámetro resulta de utilidad, como medio para verificar el momento en que el rollo de suelo alcanza el diámetro apropiado).
4. Aparato de Enrollamiento: se adhieren hojas de papel mate liso a las placas superior e inferior del aparato plástico de enrollamiento. Se coloca la masa de suelo sobre la placa inferior en el punto medio entre los rieles de deslizamiento. Se coloca la placa superior en contacto con la masa de suelo. Simultáneamente se aplica una ligera presión hacia abajo y se da a la placa superior un movimiento de vaivén de manera que entre en contacto con los rieles laterales. No se debe permitir que el suelo toque los rieles laterales durante el proceso de enrollamiento, si esto ocurre se debe enrollar una masa de suelo más pequeña.
5. Cuando el diámetro de rollo llegue a 3.2mm, este se divide en varios trozos. Se juntan los trozos y se comprimen entre los pulgares y los demás dedos de ambas manos formando una masa uniforme de forma elipsoidal y se enrolla de nuevo. Se repite este procedimiento, partiendo, juntando, amasando y enrollando, hasta que el rollo de 3.2mm de diámetro se desmorone bajo la precisión requerida para el enrollamiento y el suelo no pueda ser enrollado más en cilindros de 3.2mm de diámetro. No es

importante si el rollo se parte en rollos de longitud muy corta. Lo único que se requiere para continuar con el ensayo es que al juntar estos rollos se pueda volver a formar una masa elipsoidal y luego crear nuevos rollos. En ningún momento el operador deberá intentar producir la rotura a un diámetro exacto a 3,2mm formando un rollo de este tamaño y tratando de producir entonces la desintegración, mediante una disminución de velocidad de enrollamiento y/o de precisión manual, y continuando el enrollamiento sin deformación hasta que el rollo se desbarate. Se permite, sin embargo reducir la cantidad total de deformación de un suelo débilmente plástico, haciendo el diámetro inicial de la masa elipsoidal sea próximo al diámetro requerido de 3.2mm. Este podrá ser considerado un punto final satisfactorio siempre y cuando el suelo haya podido ser enrollado previamente en un cilindro de 3.2mm de diámetro.

- 6.** Se recogen las porciones del suelo desmoronado y se colocan en un recipiente adecuado de masa conocida. Si el recipiente con el suelo no se pesa en ese momento deberá tapar inmediatamente.
- 7.** Se seleccionan otras porciones de 1.5 a 2g del espécimen del límite plástico y se repiten las operaciones descritas en los numero 2 a 4 hasta que el recipiente tengas, cuando menos 6g de suelo.
- 8.** Las operaciones descritas en los numerales 1 a 5 se debe repetir para obtener otro recipiente que contenga al menos 6g de suelo.
- 9.** Se determinan los contenidos de agua de los suelos contenidos en los dos recipientes, de acuerdo con la norma INV E-122 Y SE ANOTAN LOS RESULTADOS.

**d) CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS.**

**NORMA:** INV E-151-13

**MUESTRA:** Generalmente se efectúa sobre muestras de suelos finos saturadas e inalteradas, naturalmente sedimentados en agua; sin embargo, es aplicable a muestras de suelos compactos y a muestras inalteradas de suelos formados por procesos diferentes, tales como alteración química y meteorización.

**MAQUINARIA:** en la tabla No. 20 se presenta la verificación del estado de los equipos necesarios para la realización del ensayo *CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS*.

**Tabla 20: Verificación de equipos para norma INV E-151-13**

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO			
	SI	NO		OBSERVACIONES	SI	NO
Dispositivo de carga- Precisión de $\pm 0.5\%$ .		x				
Consolidómetro – el diámetro interno del anillo debe tener una tolerancia mínima de 0.1 %.  <p><b>Fotografía No. 9</b></p>	x		sin calibrar		x	Más de 20 años Aprox.
1. Diámetro mínimo de la muestra – 50 mm (2.0”).	x		sin calibrar			



VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
2. Altura mínima de la muestra – 12 mm (0.2”), no menor que 10 veces el diámetro máximo de la partícula de suelo ensayado.	X		sin calibrar			
3. Relación mínima diámetro-altura – la relación mínima debe ser 2.5.	X		sin calibrar			
4. Rigidez del anillo – el anillo debe ser suficientemente rígido para prevenir deformaciones laterales significativas durante el ensayo.	X					
4.1. Material del anillo – material no corrosivo, la superficie interior debe ser altamente pulida o se deber recubrir con un material de baja fricción, tal como grasa de silicona o bisulfuro de molibdeno.						
Discos porosos (piedras porosas), pueden ser de carburo de silicio, de óxido de aluminio o de otro material de rigidez similar, que no se corraa ante el suelo o los fluidos de poros. El coeficiente de impedancia debe ser al menos de 100.	X		Mal estado			
1. Diámetro superior de 0.2 a 0.5 mm (0.01 a 0.02”) menor que el diámetro interior del anillo.						

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO			
	SI	NO		OBSERVACIONES	SI	NO
2. Espesor debe ser suficiente para evitar su rotura.						
3. Mantenimiento – se recomienda limpiar los discos después de cada uso.						
Pantalla filtrante		x				
Balanza	X		3 balanzas en mal estado		x	5 años aprox.
Cizalla o cortador cilíndrico – debe tener el mismo diámetro interno (o 0.05 mm mayor) que el anillo para la muestra.	X		Mal estado			20 años aprox.
Horno de capacidad máx. de temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ( $230 \pm 9^{\circ}\text{C F}$ )	X		4 hornos en buen estado			
Placa espaciadora (disco espaciador) – placa usualmente acrílica de superficie circular plana y sobresaliente, que encaja dentro del anillo.		x	No			
Recipiente para determinar la humedad.	X		regular estado			5 años aprox.
Equipo misceláneo – incluye espátulas, navajas y sierras de alambre.		x				

Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## MÉTODO

1. La preparación de los discos porosos y de otros elementos, depende del tipo de material que se va a ensayar. El consolidómetro se debe ensamblar de manera que se evite un cambio en el contenido de humedad o la expansión de la muestra. Se deben usar discos porosos secos y filtros para ensayar suelos secos altamente expansivos, así como para la generalidad de los suelos. Para ensayar suelos parcialmente saturados, se recomienda usar los discos humedecidos. Los discos saturados se usan solamente cuando el espécimen está saturado y presenta una baja afinidad por el agua. Los discos se preparan usando el agua de ensayo. Se ensamblan en el consolidómetro el anillo con la muestra, los discos porosos y los filtros (cuando son necesarios). Si no se va a inundar la probeta después de la aplicación de la carga de asentamiento, el consolidómetro se debe encerrar en una membrana de caucho o plástica suelta, para prevenir el cambio de volumen debido a la evaporación.
2. Se coloca el consolidómetro en el aparato de carga y se aplica una carga de asiento que genere un esfuerzo axial total de alrededor de 5 kPa (100 lbf/pie<sup>2</sup>). Inmediatamente después de la aplicación de esta carga, se ajusta el deformímetro y se registra la deformación inicial,  $d_0$ . De ser necesario, se incrementa la carga de asiento para evitar la expansión. Por el contrario, si 5 kPa son suficientes para generar una consolidación significativa de la muestra, se deberá disminuir la carga de asiento para producir un esfuerzo axial total.
3. Si el ensayo se efectúa sobre una muestra inalterada que fue saturada bajo condiciones de campo u obtenida bajo el nivel freático, se debe inundar con agua inmediatamente después de la aplicación de la carga de asiento e incrementar la carga rápidamente para evitar su expansión. Se registran la

carga aplicada que se necesita para evitar el hinchamiento y la lectura de deformación resultante. Si la inundación de la muestra se hace para simular condiciones especiales, ésta se debe hacer con un esfuerzo axial total suficientemente alto para prevenir la expansión. En tales casos, se aplica la carga requerida y se inunda el espécimen. Se toman lecturas de deformación durante el período de inundación, de acuerdo con el procedimiento descrito en el numeral 10.5. En tales casos, se anota el esfuerzo total axial con inundación y la deformación axial resultante.

4. La muestra se somete a incrementos de esfuerzo axial total constante. La duración de cada incremento estará de acuerdo con las guías del numeral 10.5. El programa de carga depende del objetivo del ensayo, pero debe cumplir las siguientes pautas:

- ✚ El programa estándar debe incluir una relación de incremento de carga (RIC) de 1.0, lo que logra duplicando el esfuerzo axial total aplicado sobre el suelo, para obtener valores alrededor de 12, 25, 50, 100, 200, etc., kPa (250, 500, 1000, 2000, etc. lbf/pie<sup>2</sup>).
- ✚ Cuando se requieran determinar la pendiente y la forma de la curva de compresión virgen o el valor del esfuerzo de pre-consolidación, el esfuerzo axial máximo total debe ser lo suficientemente alto para brindar, ya sea: (a) tres puntos que definan una línea recta cuando se dibujen los esfuerzos en una escala logarítmica (b) tres puntos que definan una curva cóncava cuando se dibujen los esfuerzos en una escala logarítmica, o (c) un nivel de esfuerzos que sea 8 veces el esfuerzo estimado de pre-consolidación. En caso de ser otros los objetivos del ensayo, el esfuerzo axial total máximo se fija de común acuerdo con el cliente

- ✚ El programa de descarga o rebote se debe elegir de manera que se divida aproximadamente por dos el esfuerzo anterior aplicado a la muestra (usar el mismo nivel de esfuerzos del numeral 10.4.1, pero en orden inverso). Sin embargo, también se pueden aplicar cargas que representen una cuarta parte de la anterior, omitiendo otros niveles de esfuerzo.
  - ✚ Cuando se trata de arcillas sobreconsolidadas, se puede obtener una mejor evaluación de los parámetros de recompresión aplicando un ciclo de carga–descarga una vez se ha sobrepasado el esfuerzo de pre- consolidación. El cliente puede definir la magnitud del ciclo de carga y descarga como una especificación del ensayo, teniendo en cuenta que para la descarga se necesitan, al menos, dos decrementos de esfuerzo.
5. Se puede emplear un programa alternativo de carga, descarga o recarga, que reproduzca cambios de esfuerzo o permita una mejor definición de alguna parte de la curva esfuerzo deformación unitaria axial (curva de compresión), o ayude en la interpretación del comportamiento del suelo in-situ o, sencillamente, sea especificada por el cliente.
  6. Antes de aplicar cada incremento de carga, se registra la altura o el cambio de la misma en la muestra,  $df$ . Existen dos procedimientos que especifican la secuencia en tiempo de las lecturas durante el incremento de carga y la duración mínima de éste. Frecuentemente, se requieren aplicaciones de carga más prolongadas durante determinados incrementos, con el fin de definir la pendiente de la línea recta característica de la compresión secundaria, a partir de la gráfica de deformación unitaria axial versus logaritmo del tiempo. Para tales incrementos, se deben tomar suficientes lecturas próximas a la finalización cada incremento. No es necesario aumentar la duración de otros incrementos de carga durante el ensayo.

*Método A* – El tiempo estándar de aplicación de cada incremento de carga es de 24 horas. Durante al menos dos incrementos de carga, incluyendo al menos uno después de exceder el esfuerzo de pre-consolidación, se debe anotar la deformación axial,  $d$ , a intervalos de tiempo de aproximadamente 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 15 y 30 minutos y 1, 2, 4, 8 y 24 horas, una vez se ha aplicado la carga. Se toman suficientes lecturas cuando el final de la duración del incremento está cercano, para verificar que se ha terminado la consolidación primaria. En algunos suelos es necesario emplear un período de carga mayor que 24 horas para completar la consolidación primaria. Para estos casos, la duración del incremento se toma como algún múltiplo de 24 horas y debe ser tomada como la duración estándar para todos los incrementos del ensayo. La decisión para usar un tiempo mayor se basa en la experiencia con determinados tipos de suelo. Si existe alguna duda sobre si 24 h es un período adecuado, se debe realizar un registro de deformación axial contra tiempo para los incrementos de carga iniciales, con fin de verificar la idoneidad del período de 24 h. Para incrementos de carga en los cuales no se necesite tomar datos de tiempo versus deformación, de todas maneras se deja la carga el mismo tiempo que cuando sí se necesita tomarlos.

*Método B* – Para cada incremento, se anota la deformación axial,  $d$ , a intervalos de tiempo de aproximadamente 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 15 y 30 minutos y 1, 2, 4, 8 y 24 horas (o 0.09, 0.25, 0.49, 1, 4, 9 minutos, etc., si se usa el procedimiento del numeral 11.5.2 para presentar la información de tiempo versus deformación), a partir del momento de aplicación de cada incremento de carga. Para cualquier incremento de carga en el cual sea imposible verificar el fin de la consolidación primaria (debido por ejemplo a baja relación de incremento de carga, alta sobreconsolidación durante los incrementos de recompresión o consolidación rápida), la duración del incremento de carga debe ser constante y debe exceder el tiempo requerido para conseguir la consolidación primaria de un incremento aplicado después del esfuerzo de pre-consolidación y a lo largo de la curva de

compresión virgen. Cuando se necesite evaluar la compresión secundaria, se aumenta la duración del incremento de carga tanto como para definir su velocidad.

7. Para minimizar el hinchamiento durante el desmante, se lleva la muestra nuevamente hasta la carga de asiento (alrededor de 5 kPa de esfuerzo total axial). Cuando el cambio en la deformación axial se ha reducido a menos de 0.2 % por hora (usualmente durante la noche), se registra la deformación axial final del ensayo, det, se libera la carga final de asiento y se remueve rápidamente el consolidómetro del marco de carga. Se remueven del consolidómetro la muestra y el anillo y se seca cualquier agua presente en ellos.
8. Se mide la altura del espécimen,  $H_{et}$ , con una aproximación de 0.01 mm (0.001") tomando el promedio de al menos 4 medidas hechas con comparador de dial u otro aparato apropiado en diferentes puntos uniformemente espaciados en las superficies superior e inferior.
9. Se determina la masa total de la probeta,  $M_T$ , con aproximación de 0.01 g, midiendo primero el conjunto anillo-muestra y restando después la masa del anillo.
10. La manera más precisa de determinar la masa seca del espécimen y el contenido de agua es secando la muestra total al final del ensayo, de acuerdo con el procedimiento de la norma INV E-122. Si la muestra es homogénea y se dispone de material adicional suficiente producto del recorte o labrado de la muestra para realizar las pruebas de propiedades índice, entonces el contenido final de agua,  $w_f$ , y la masa de los sólidos,  $M_d$ , se determinan usando el espécimen completo. Si el suelo es heterogéneo o no sobra suficiente material para determinar dichas propiedades, entonces se toma una pequeña cuña de la muestra para

determinar el contenido final de agua, wf, y el resto se emplea para determinar las propiedades índices.

**e) COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO.**


**NORMA:** *INV E-152-13*

**MUESTRA:** Muestras inalteradas.

**MAQUINARIA:** a continuación se presenta en la tabla No. 21, la verificación del estado de los equipos necesarios para la realización del ensayo *COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO*.



**Tabla 21. Verificación de equipos para norma INV E-152-13.**

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
<p>Aparato de compresión – capacidad; Min 1 kPa (0.01kgf/cm<sup>2</sup>) y Max 5 kPa (0.05 kgf/cm<sup>2</sup>).</p>  <p><b>Fotografía No. 10</b></p>	x		sin calibrar	2002 y 2003		
Extractor de muestra		x				
Indicador de deformaciones – debe ser un comparador de carátula graduado a 0.03 mm (0.001")		x				

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Micrómetro con dial comparador		x				
Cronómetro		x				
Balanza – precisión de 0.1 %		x				
Equipo misceláneo		x				
Equipo para la determinación de la humedad:	x		Mal			
1. Horno - capacidad máx. de temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ( $230 \pm 9^{\circ}\text{C F}$ )	x		4 hornos en buen estado			
2. Balanza con legibilidad de 0.01 g	x		3 balanza en mal estado			
3. Recipientes para las muestras de material no corrosible, que no cambien de masa y además deben tener tapas	x		mal estado			
4. Desecador (opcional) – de tamaño adecuado y que contenga gel de sílice o sulfato de calcio anhidro.		x				
5. Aparato para el manejo de las muestras		x				
6. Elementos misceláneos – guantes resistentes al calor, cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuartear, seguetas, etc.		x				

Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## MÉTODO

1. El espécimen, previamente medido y pesado, se coloca en el aparato de carga de tal manera que quede centrado sobre la platina interior, luego se ajusta el instrumento de carga cuidadosamente, de modo que la platina superior apenas haga contacto con el espécimen y se lleva a cero el indicador de deformación.
2. Se aplica la carga para que se produzca una deformación axial a una velocidad de 1/2 a 2.5% por minuto. Se registran los valores de las cargas, deformación y tiempo de intervalos suficientes para definir la curva esfuerzo-deformación. La velocidad de deformación se debe escoger de manera que el tiempo necesario para el fallo no exceda 15 minutos.
3. se continúa aplicando la carga hasta que los valores de la carga decrezcan al aumentar la deformación, o hasta que se alcance una deformación igual a 15%.
4. Se determina el contenido de agua de la muestra de ensayo utilizando todo el espécimen, a menos que se hayan obtenido recortes representativos para este fin, como en el caso de las muestras inalteradas. Debe mencionarse en el informe si la muestra para determinar el contenido de humedad se toma antes o después del ensayo de compresión.
5. Se hace un esquema o se toma una fotografía de la muestra en las condiciones de falla, mostrando el ángulo de inclinación de la superficie de rotura, si dicho el ángulo es medible.
6. Se puede usar cualquier formato para la anotación de los datos del ensayo, siempre que contenga todos los datos requeridos.


f) **ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA DRENADA (CD).**

**NORMA:** INV E-154-13

**MUESTRA:** Muestra de suelo consolidada y drenada.

**MAQUINARIA:** a continuación se presenta en la tabla No. 22, la verificación del estado de los equipos necesarios para la realización del ensayo *DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA DRENADA (CD)*.

**Tabla 22. Verificación de equipos para norma INV E-154-13.**

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO			
	SI	NO		OBSERVACIONES	SI	NO
✓ Aparato de corte  <b>Fotografía No. 11.</b>	x					
✓ caja de corte		x				
✓ anillo para devastar o cortar las muestras		x				
✓ Balanza (cap. 100 g )	x		3 balanzas en buen estado			5 años
1. Sensibilidad de 0,01 g						
✓ Equipo para la determinación del contenido de humedad.	x		Mal			

VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
✓ Equipo para compactar las muestras.		x				
✓ Equipo misceláneo.	x		Regular			

Fuente: Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

## MÉTODO

- Se ensamblan la caja de corte y la cubeta en el marco de carga.
  - Muestra inalterada: Se colocan las piedras porosas húmedas sobre las superficies expuestas del espécimen en la caja de corte y se coloca ésta con el espécimen inalterado y las piedras porosas en la cubeta y se alinea la cubeta en el marco de carga.
  - Es espécimen reconstituido – Se coloca y alinea el ensamble constituido por la caja de corte, la muestra, las piedras porosas y la cubeta en el marco de carga.
- Se conecta y ajusta la posición del sistema de carga de corte, de modo que no transmita fuerza sobre el instrumento de medición de carga. Se pone en cero este instrumento y se anota dicho valor.
- Se conecta y ajusta el instrumento de medición de desplazamiento horizontal. Se hace una lectura inicial o se ajusta el instrumento de medición, indicando el desplazamiento cero.
- Se coloca la placa de transferencia de carga y de interrupción del momento sobre la piedra porosa colocada en la parte superior del espécimen.

5. Se coloca el marco de carga de fuerza normal en posición, y se ajusta de modo que la barra de carga quede alineada. Si se utiliza un sistema de carga por palancas, se nivela la palanca. En los sistemas de carga neumática o accionados por motor, se ajusta el marco de carga hasta que asiente suavemente en la depresión de la placa de transferencia de carga, o se coloca una esfera metálica sobre la placa de transferencia y se ajusta el marco hasta lograr un contacto adecuado.
6. Se aplica una pequeña carga normal al espécimen. Se verifica que todos los componentes del sistema de carga estén ajustados y alineados, de manera tal que no quede restringido el movimiento de la placa de transferencia de carga en la caja de corte. El espécimen no debe experimentar una consolidación significativa bajo esta carga de ajuste.
7. Se fija y ajusta el instrumento de medición del desplazamiento vertical. Se obtiene una lectura inicial, junto con una lectura de la carga normal (tomada con un instrumento de medida o verificando las pesas colocadas).
8. Consolidación – La carga normal para la consolidación final se puede aplicar en uno o varios incrementos, dependiendo del tipo de material, de la rigidez del espécimen y de la magnitud del esfuerzo final. Los incrementos deben ser suficientemente pequeños para prevenir la extrusión del material por los contornos de las piedras porosas. En el caso de suelos cohesivos duros o materiales granulares, se acepta que la carga se aplique en su totalidad en una sola operación. En el caso de los materiales blandos, puede resultar necesario limitar la relación de incremento de carga a una unidad, como se describe en la norma INV E-151, y aplicar varios incrementos de carga intermedios. Con base en estas consideraciones y en los requerimientos del cliente, se debe calcular y anotar la fuerza normal requerida para alcanzar cada nivel de esfuerzo normal intermedio, a medida que el espécimen

progresar desde la carga de ajuste hasta el esfuerzo normal de consolidación final.

9. Se aplica el primer incremento de carga y, si se requiere, se llena la cubeta con agua y se mantiene llena durante todo el ensayo. A falta de una especificación, la cubeta se deberá llenar con agua potable.

✚ Para cada nivel intermedio de esfuerzo, la carga se debe aplicar tan rápido como resulte práctico. Cada nivel de carga se debe mantener hasta completar esencialmente la consolidación primaria, lo que se determina ya sea: (1) por interpretación de la relación tiempo-deformación normal (vertical); (2) por experiencia con el material, o (3) un valor por defecto a las 24 h. Se anota la deformación normal (vertical) al final de cada incremento, así como el lapso para alcanzarla.

✚ Para el máximo y para el último nivel de esfuerzo normal, la carga se aplica con la mayor rapidez posible, e inmediatamente se comienzan a registrar las lecturas de las deformaciones normales (verticales), relacionándolas con el tiempo transcurrido. La norma INV E-151 provee detalles sobre el procedimiento de aplicación de la carga y sugerencias para llevar los registros. Para estos incrementos de carga, se debe verificar la conclusión de la consolidación primaria antes de proceder al próximo paso del ensayo, interpretando el dibujo del desplazamiento normal contra el logaritmo del tiempo o contra la raíz cuadrada del tiempo (en minutos). La norma INV E-151 suministra información en relación con la interpretación por ambos métodos.

✚ Si la especificación del ensayo requiere la consolidación a un esfuerzo específico y luego retroceder a un nivel menor antes de proceder a la cizalladura, entonces el esfuerzo máximo se deberá mantener al menos durante un ciclo de compresión secundaria.

✚ Si el material exhibe tendencia a la expansión bajo el esfuerzo normal máximo, el suelo se debe inundar, permitiéndole alcanzar el equilibrio (esencialmente detener la expansión) bajo este esfuerzo normal, antes de continuar con el siguiente paso del ensayo.

**10.** Justo antes de la cizalladura y después de que ha tenido lugar la consolidación primaria, se anota el desplazamiento normal de precorte y se remueven los tornillos de alineamiento o los pines de la caja de corte. Usando los tornillos de separación, se abre el espaciamiento entre las mitades de la caja de corte hasta, aproximadamente, el tamaño máximo de partícula del espécimen de ensayo o hasta 0.64 mm (0.025”), como un mínimo por defecto para suelos de grano fino. Se retiran los tornillos de separación luego de crear el espacio.

**11.** Determinación de la velocidad de corte – El espécimen se debe someter a corte a una velocidad relativamente reducida, para que el exceso de presión de poros sea insignificante en la falla. La determinación de la velocidad apropiada de desplazamiento requiere una estimación del tiempo requerido para la disipación de la presión de poros y del monto de la deformación requerida para alcanzar la falla. Estos dos factores dependen del tipo de material y de la historia de esfuerzos. Se pueden usar los procedimientos que se describen enseguida para calcular la velocidad de corte requerida.

**12.** Corte drenado – Para algunos tipos de aparatos, la velocidad de desplazamiento se logra utilizando combinaciones de piñones y posiciones de palancas. En otros tipos, la velocidad de desplazamiento se consigue ajustando la velocidad del motor.



- ✚ Se registran el tiempo inicial, el desplazamiento normal (vertical), el desplazamiento lateral relativo (horizontal) y las fuerzas normal y cortante.
- ✚ Se pone en funcionamiento el aparato y se inicia el proceso de corte.
- ✚ Se toman lecturas de los datos de tiempo, desplazamiento vertical y horizontal y la fuerza de corte a los intervalos deseados de desplazamiento o de tiempo. Las lecturas se deben tomar lo más a menudo que sea posible, para definir con exactitud una curva desplazamiento-esfuerzo cortante. Como mínimo, se deben tomar datos para desplazamientos laterales relativos de 0.1 %, 0.2 %, 0.3 %, 0.4 %, 0.5 %, 1.0 %, 1.5 %, 2.0 %, 2.5 %, 3.0 %, y luego cada 2 % adicional de desplazamiento lateral relativo, hasta el final del ensayo
- ✚ Puede ser necesario suspender el ensayo y separar nuevamente las mitades de la caja de corte para mantener el espacio entre ellas.
- ✚ El espécimen debe ser sometido a corte hasta, al menos, el 10 % de desplazamiento lateral relativo, a menos que el cliente haya establecido un criterio específico de finalización. Se detiene el dispositivo que genera la fuerza de corte.
- ✚ Se remueve la fuerza normal del espécimen y se desarma el aparato de carga.

**13.** Cuando se trate de especímenes cohesivos, se separan las mitades de la caja de corte con un movimiento deslizante a lo largo del plano de falla. No se deben separar las mitades de la caja de corte perpendicularmente a la superficie de falla, puesto que dicho movimiento puede dañar el espécimen. Se fotografía, dibuja o describe por escrito la superficie de falla. Este procedimiento no se aplica a los especímenes no cohesivos.

- ✚ Se retira el espécimen de la caja de corte y se determina su humedad, de acuerdo con el método de la Norma INV E-122. Si aplica, se recoge el material extraído en un recipiente separado para determinar su masa.

#### 8.7.1.4. Diagnóstico ensayos en laboratorio de construcción.

#### g) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

**NORMA:** NTC 673

**MUESTRA:** especímenes curados en aire húmedo.

**MAQUINA:** a continuación se presenta en la tabla No. 23, la verificación del estado del equipo para el ensayo de la *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO*.

**Tabla 23. Máquina de ensayo para la norma NTC 673.**

VERIFICACION EN EL LABORATORIO				CALIBRACIÓN VIGENTE		TIEMPO DE USO
	SI	NO	OBSERVACIONES	SI	NO	
Máquina de ensayo.	x		Esta máquina se adapta para realizar el ensayo RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO USANDO UNA VIGA SIMPLE APOYADA CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL	Desde el 2003		Más de 20 años Aprox.

**Fuente:** Elaboración Propia (Y. Castillo, K. Padilla), 2016.

#### MÉTODO:

1. Los ensayos de compresión de especímenes curados en aire húmedo deben ser hechos tan pronto como sea practicable después de sacarlos del almacenamiento húmedo.

2. Los especímenes de ensayo deben ser mantenidos húmedos por cualquier método conveniente durante el período entre que se sacan del almacenamiento húmedo y el ensayo. Deben ser ensayados en la condición húmeda.
3. Todos los especímenes de ensayo para una edad de ensayo dada deben romperse dentro de las tolerancias de tiempo admisibles, prescritas como sigue:

**Tabla No 9. Edad de ensayo de los especímenes.**

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia</b>
24 h	$\pm 0,5$ h o 2,1 %
3 d	2 h o 2,8 %
7 d	6 h o 3,6 %
28 d	20 h o 3 %
90 d	2 h o 2,2 %

**Fuente: NTC 673, 2016.**

1. Ubicación del espécimen. Ubique el bloque de apoyo plano (inferior), con su cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo de asiento esférico (superior). Limpie las caras de apoyo de los bloques de apoyo superior e inferior y del espécimen de ensayo y coloque el espécimen de ensayo sobre el bloque de apoyo inferior, se deben alinear cuidadosamente los ejes del espécimen con el centro de empuje del bloque de asiento esférico.
2. Verificación de cero y asentamiento del bloque. Previo al ensayo del espécimen, verifique que el indicador de carga esté colocado en cero. En los casos en los que el indicador no está adecuadamente colocado en cero, ajuste el indicador. Como el bloque de asiento esférico es llevado a apoyar sobre el espécimen, gire manualmente y suavemente su parte móvil de modo tal de obtener un asentamiento uniforme.

3. La carga debe ser aplicada a una velocidad de movimiento, medida desde la platina a la cruceta, correspondiente a una velocidad de esfuerzo del espécimen de 0.25 MPa/s más o menos 0.005 MPa/s (35psi/s +7 psi/s). la velocidad designada debe ser mantenida al menos durante la última mitad de carga aplicada.
4. Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga anticipada, debe ser permitida una velocidad de carga mayor. Esta debe ser aplicada de manera controlada de modo tal que el espécimen no esté sometido a una carga de impacto.
5. No haga ajusten en velocidad de movimiento (desde la platina a la cruceta) cuando está siendo alcanzada la carga ultima y la velocidad de esfuerzo decrece debido a fisuración en el espécimen.
6. Aplique la carga de compresión hasta que el indicador de carga muestre que la carga este decreciendo constantemente y el espécimen muestre un patrón de fractura buen definido. Una máquina de ensayo equipada con un detector de rotura de espécimen, de se debe apagar automáticamente hasta que la carga registre un valor menor que el 95% de la carga pico. Cuando se ensaya con cabezales no adheridos, puede ocurrir una fractura en la esquina, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del espécimen.
7. Continúe comprimiendo el espécimen hasta que el usuario este seguro de que se ha alcanzado la capacidad ultima.
8. Registre la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo y anote el tipo de modelo de fractura.

## **h) RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO USANDO UNA VIGA SIMPLE APOYADA CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL**

**NORMA:** NTC 2871

**MUESTRA:** especímenes curados en aire húmedo.

**MAQUINA:** Ver ítem (1.4.1.2.)

### **MÉTODO**

1. El ensayo de resistencia a la flexión de especímenes curados en ambiente húmedo se debe efectuar inmediatamente después de retirar los elementos del recinto húmedo. El secado superficial del espécimen produce una reducción de la resistencia a la flexión medida.
2. Cuando se utilice un espécimen fundido, se debe colocar lateralmente con respecto a la posición en que se fundió y centrada sobre los bloques de soporte.
3. Cuando se utilicen especímenes cortados, estos se deben colocar de manera que la cara sometida a tensión corresponda a la parte superior o inferior del espécimen como se cortó del material base.
4. Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada.
5. Se colocan los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en los tercios medios, y se aplica una carga entre el 3% y el 6% de la carga última estimada. Usando una gala palpadora de espesores de 0.10mm (0.004 pulgadas) y 0.38mm (0.015 pulgadas).

6. Se determina si algún espacio existe entre el espécimen y los bloques de aplicación de carga o de los soportes, es mayor o menor que cada una de las galgas de longitud en una longitud de 25mm (1pulgada) o más.
7. La superficie de contacto del espécimen se pule o se frena, o se utilizan cuñas de cuero para eliminar cualquier espacio mayor de 0.10mm (0.004 pulgadas). Las cuñas de cuero deben ser uniformes con 6.4mm (1/4pulgadas) de espesor 25mm y 50mm (1 o 2 pulgadas) de ancho y deben cumplir cubrir todo el ancho del espécimen.
8. Se debe evitar esmerilar las superficies laterales, ya que pueden cambiar las características físicas del espécimen.
9. Se carga el espécimen continuamente y sin impactos. La carga se debe aplicar a una tasa constante hasta el punto de rotura. La carga se aplica a una tasa que incremente en forma constante el esfuerzo extremo de la fibra entre 0.86 MPa/min y 1.21 MPa/min (125-175psi/min) hasta que ocurra rotura.

## 8.8. COTIZACION DE EQUIPOS

Empresa: **DIRIMPEX SAS**

- ✚ Comercializa equipos e instrumentos para ensayo y medición principalmente para la industria de la construcción. se ha convertido en el líder en el área de ensayos en Ingeniería civil y ha ampliado su campo de acción a segmentos especializados como la sismología y la geotecnia, manteniendo su política de ofrecer productos de excelente calidad y una efectiva asistencia técnica pre y post-venta. Actualmente son representantes y/o distribuidores de las más importantes casas fabricantes de equipos para ensayos de

materiales en laboratorio y en sitio, cuenta con el grupo de profesionales más destacado del sector y mantiene los mayores inventarios de equipos y repuestos.

**OFERTA COMERCIAL:**

Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>GRANULOMETRIA DE SUELOS</b>					
1	SERIE-AC-COM	Serie de tamices "Endecotts", completa para suelos y agregados, con marco de acero inoxidable de 8" de diámetro por 2" de altura, con mallas ASTM E11 de acero inoxidable, así: 3", 2-1/2", 2", 1-1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 8, No. 10, No. 16, No. 20, No. 30, No. 40, No. 50, No. 60, No. 80, No. 100, No. 140, No. 200, tapa y fondo. Incluye certificados expedidos por el fabricante.	\$ 3.686.000	1	\$ 3.686.000
2	SP402	Balanza electrónica "Ohaus" Scout Pro, de 400 g de capacidad y 0.01 g de sensibilidad, con tara en todo el rango y ajuste manual, para operación a 110V/60Hz o batería standard.	\$ 2.196.100	1	\$ 2.196.100
3	SP4001	Balanza electrónica "Ohaus" Scout Pro, de 4,000 g de capacidad y 0.1 g de sensibilidad, con tara en todo el rango y ajuste manual, para operación a 110V/60Hz.	\$ 2.382.000	1	\$ 2.382.000
4	652-941	Probeta graduada de plástico de 1000 ml de capacidad.	\$ 48.000	1	\$ 48.000
5	T31P/20	Báscula electrónica con plataforma de 0,30 X 0,35 M. equipada con indicador digital "Ohaus", de 20 kg de capacidad y 1 g de sensibilidad, con tara en todo el rango, pesada por debajo e interfaz RS232, para operación a 110V/60Hz, o por baterías recargables.	\$ 1.895.000	1	\$ 1.895.000



Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>GRANULOMETRIA DE SUELOS</b>					
6	674.686	Termómetro diferencial digital portátil "Fluke" 51-2, para termopares J o K, con escalas en grados centígrados o Fahrenheit, resolución de 0.1 o 1 grado, equipado con sonda para aire y un aparejo para gradiente de 2 m de altura, para operación mediante baterías standard de 9 V.	\$ 1.262.000	1	\$ 1.262.000
7	80PK-25	Sonda de penetración de 4" de longitud, para medir temperatura con el indicador digital "Fluke" 51.	\$ 480.000	1	\$ 480.000
8	H-30145E	Horno eléctrico para laboratorio marca "Humboldt", de 198 Litros de capacidad, con convección mecánica y control de temperatura E-Series digital regulable hasta 437°F (225°C). Dimensiones internas: 26" x 20" x 26" (660 x 508 x 660 mm). Incluye dos parrillas y soporte, para operación a 115V/60Hz	\$ 9.531.000	1	\$ 9.531.000
9	351235	Erlenmeyer para vacío de 250 ml de capacidad	\$ 53.800	1	\$ 53.800
10	5,30183E+11	Erlenmeyer de vidrio 250 ml de capacidad con oliva	\$ 80.800	1	\$ 80.800
11	61.319.525	Balón volumétrico de vidrio de 250 ml de capacidad, con tapón esmerilado. Clase A	\$ 45.000	1	\$ 45.000
12	LT-20	Docena de recipientes para muestras con tapa, de 50 mm de diámetro x 32 mm de altura, fabricadas en aluminio.	\$ 50.000	1	\$ 50.000
13	4.771	Cepillo con cerdas de bronce para limpiar tamices con mallas gruesas	\$ 7.000	1	\$ 7.000
14	TSA-168	Cepillo para limpiar tamices con mallas finas.	\$ 55.000	1	\$ 55.000

Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO</b>					
15	SL-3000	Conjunto completo para determinar el límite líquido de los suelos, compuesto por: Cazuela de Casagrande con cuenta-golpes, paquete con diez ranuradores plásticos según la norma ASTM D4318, mortero de 100 mm con pistilo, frasco lavador de 250 ml, espátula flexible y una docena de recipientes para muestras con tapa.	\$ 1.086.000	1	\$ 1.086.000
16	H-4233	Medidor de resiliencia "Humboldt" fabricado según la norma ASTM D431, conformado por un tubo acrílico con tapa, esfera de acero de 5/16" y una barra magnética pequeña	\$ 475.000	1	\$ 475.000
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO</b>					
17	CL-255/P	Conjunto básico para determinar el límite de contracción de los suelos, de acuerdo con la norma ASTM D427, compuesto por: Vasija evaporadora, platillo de monel, recipiente para cristalización y placa con tres puntas. (No se suministra el mercurio).	\$ 410.000	1	\$ 410.000

Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>CONSOLIDACIÓN</b>					
18	26-WF0302/EN2	Equipo básico para consolidación de suelos "Controls", fabricado según la norma ASTM D2435, con capacidad para cámaras hasta de 100 cm <sup>2</sup> , con brazo contrabalanceado con relación graduable de 9:1, 10:1 o 11:1, cámara de anillo fijo de 20 cm <sup>2</sup> , comparador de carátula de 57 mm de diámetro, con rango de 10 x 0.002 mm en el sentido contrario a las agujas del reloj y juego básico de pesas nacionales para consolidación.	\$ 7.650.000	1	\$ 7.650.000
<b>COMPRESIÓN INCONFINADA</b>					
19	HM-3000.3F	Máquina digital para ensayos a compresión "Humboldt" Master Loader, de 50 kN de capacidad, con velocidad regulable de 0 a 75.0000 mm/min, cuatro canales A/D para adquisición de datos, interfaz RS232 para datos y control, salida análoga x-t, memoria para 4,000 registros, programa para transferencia de datos, pantalla LCD y teclado, para operación a 110V/60Hz.	\$ 2.412.000	1	\$ 2.412.000

Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>COMPRESIÓN INCONFINADA</b>					
20	HM-2300.100	Celda de carga electrónica "Humboldt", de 50 kN de capacidad, con cable y certificado de conformidad expedido por el fabricante.	\$ 2.412.000	1	\$ 2.412.000
21	HM-2300.005	Celda de carga electrónica "Humboldt", de 2.5 kN de capacidad, con cable y certificado de conformidad expedido por el fabricante	\$ 1.898.000	1	\$ 1.898.000
22	HM-2310.10	Medidor electrónico de desplazamiento "Humboldt", de 1.0" de recorrido	\$ 3.593.000	1	\$ 3.593.000
23	HM-2002	Placa superior "Humboldt" para efectuar los ensayos de compresión inconfiada, con la máquina para ensayos "Master Loader".	\$ 293.000	1	\$ 293.000
24	HM-4178BRT	Dispositivo para montar un transductor de desplazamiento "Humboldt".	\$ 316.000	1	\$ 316.000
25	SM-1018	Pistón para penetración CBR de 1,954" (49,63 mm) diámetro por 4" (101,6 mm) de altura, con rosca según pedido, para conectarlo al anillo o la celda de carga.	\$ 45.000	1	\$ 45.000
26	AP-169	Cabezote dividido (molde de estabilidad), con mordazas para comprimir las briquetas en el ensayo Marshall, según las normas ASTM D1559 e INV 748	\$ 578.000	1	\$ 578.000
27	VER-3	Verificación de celda de carga	\$ 350.000	1	\$ 350.000
28	VER-4	Verificación de medidor de desplazamiento análogo / digital	\$ 120.000	1	\$ 120.000

Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>					
29	CT-256B	Platos de retención metálicos, porta almohadillas de neopreno, para refrentar cilindros normales de 6" de diámetro, fabricados de acuerdo con la norma ASTM C1231 dos unidades	\$ 160.000	1	\$ 160.000
30	CT-256/S60	Par de cojines de neopreno para ensayo de cilindros de concreto de 6" de diámetro, fabricado de acuerdo con la norma ICONTEC NTC 3708. Con dureza Shore 60	\$ 55.400	1	\$ 55.400
31	CT-1505/A	Máquina para ensayos a flexión y compresión de probetas de concreto según las normas ASTM C39, NTC 673. Compuesta por dos marcos de carga, uno con capacidad de 1.500 kN y luz libre vertical de 370 mm con rótula y puerta de seguridad, el otro de diseño especial de 100 kN de capacidad y altura libre de ensayo de 165 mm con pistón hidráulico superior de 50 mm de recorrido. Equipada con consola automática "Controls" AUTOMAX SMART LINE con bomba hidráulica controlada mediante micro-procesador, pantalla, teclado y comunicación a PC por puerto LAN con software RTM Data-manager, para operación a 110V/60Hz. Incluye suplemento distanciador para ensayar cilindros de 4" de diámetro y 8" de altura; y cada marco de carga se instala sobre una base metálica fabricada en hierro con tapa en lámina.	\$46.968.000	1	\$46.968.000
32	CT-254B	Platos de retención metálicos, porta almohadillas de neopreno, para refrentar cilindros normales de 4" (101,6 mm) de diámetro, fabricados de acuerdo con la norma ASTM C1231 dos unidades	\$ 107.100	1	\$ 107.100

Ítem	Referencia	Descripción	Valor unitario	Cant.	Total
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>					
33	CT-254/S60	Par de cojines de neopreno para ensayo de cilindros de concreto de 4" de diámetro, fabricado de acuerdo con la norma ICONTEC NTC 3708, dureza Shore 60	\$ 43.600	1	\$ 43.600
34	VER-1	Verificación de máquina de compresión	\$ 450.000	2	\$ 900.000
<b>ACCESORIOS VARIOS</b>					
35	CT-69	Cono para determinar el asentamiento del concreto fresco, Slump o de Abrams, fabricado de acuerdo con la norma ASTM C143, incluye varilla apisonadora.	\$ 89.900	1	\$ 89.900
36	CT-35	Molde metálico para tomar muestras de concreto, de 6" (152.4 mm) de diámetro por 12" (304.8 mm) de altura, con placa de base redonda y pared de 5,5 mm de espesor	\$ 99.800	12	\$ 1.197.600
37	CT-38	Molde metálico para tomar muestras de concreto, de 4" (101.6 mm) de diámetro por 8" (203.2 mm) de altura, con base redonda y pared de 4,5 mm de espesor.	\$79.900	12	\$ 958.800
38	CT-81	Molde metálico liviano para fundir viguetas de concreto de 150 x 150 x 500 mm de longitud, fabricado en lámina de acero de 3 mm de espesor, con base reforzada de 6 mm de espesor, de acuerdo con la norma ASTM C78.	\$ 170.000	12	\$ 2.040.000

<b>DISPONIBILIDAD:</b>	A convenir
<b>PRECIOS:</b>	en precios colombianos
<b>FORMA DE PAGO:</b>	A convenir
<b>GARANTIA:</b>	Un año contra efectos de fabricación y/o diseño

Empresa: **SIMIM LTDA**

- ✚ Respondió a la necesidad de los laboratorios de ensayo de materiales a nivel nacional, ofreciendo soluciones de ingeniería que garanticen la máxima confiabilidad de los mismos. Busca satisfacer las necesidades de los laboratorios de ensayos de materiales de contar con máquinas y/o equipos en excelentes condiciones de funcionamiento gracias a un servicio eficaz que siempre les brindara la mejor opción costo-beneficio generando soluciones con alta ingeniería.
- ✚ Brinda capacitación al personal del laboratorio, con el fin de brindarles las herramientas necesarias para llevar a cabo los ensayos de materiales, garantizando alta calidad en la ejecución de sus ensayos y sumado a equipos en excelentes condiciones de funcionamiento se obtendrán resultados con máxima confiabilidad.

## OFERTA COMERCIAL

Ítem	Descripción	Cant.	Valor unitario
<b>GRANULOMETRIA DE SUELOS</b>			
1	Tamices fabricados en acero inoxidable, juego de veinticinco (25) unidades de 8" de Ø, mallas 3", 2½", 2", 1½", 1", ¼", ¾", ⅝", 5/16", ½", ⅜", No. 4, 8, 10, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 200, y Tapa y Fondo		\$ 2.125.000
2	Balanza de gama alta de 4100 g x 0,01 g Ref. Xafir 2 Gran resolución facilidad de lectura y exactitud. Unidades: g, oz, ct, % Display tipo LCD Funciones: solo peso, conteo por muestra, cálculo porcentual y comunicación a PC RS 232	1	\$ 5.312.800
3	Fabricado en vidrio borosilicato de 3.3 con escala graduada y una base hexagonal moldeada que evite que la probeta rueda sobre la mesa o banco de trabajo. Instrumento de laboratorio que se utiliza, sobre todo en análisis químico, para contener o medir volúmenes de líquidos de una forma aproximada. Capacidad 1000 ml Div. 10 ml Ref. 61321038	1	\$ 232.380
4	Termómetro para inmersión: Instrumento que posee alta exactitud y precisión, en un alto rango de temperaturas De mercurio 4 1 -10 + 250 °C Longitud total 300 mm Ref. 341250	1	\$ 28.800
5	-10 + 300 °C Longitud total 300 mm Ref. 341300	1	\$ 28.800
6	-10 + 360 °C Longitud total 300 mm Ref. 341360	1	\$ 28.800
7	-10 + 400 °C Longitud total 300 mm Ref. 341420	1	\$ 40.820
8	Horno de Banco de Trabajo marca SIMIM capacidad 200 litros, dispone de un preciso controlador de temperatura digital basado en micro procesador PID que permite mantener las temperaturas configuradas de manera precisa dentro de un grado de diferencia y mejorar la uniformidad de la cámara. El control Incorpora una pantalla LED dual de fácil lectura, mostrando las temperaturas iniciales y la temperatura en proceso en grados Fahrenheit o Centígrados.	1	\$ 4.250.000



Ítem	Descripción	Cant.	Valor unitario
<b>GRANULOMETRIA DE SUELOS</b>			
9	Horno, capacidad 300 l, digital, marca SIMIM, para ensayos de laboratorio, Especificaciones técnicas: 1. Operación y control digital, precisión programable +/- 2°C. 2. Indicación de grado en grado 3. Tres parrillas para muestras en rejilla intercambiable 4. Estabilización y homogenización térmica forzada con ventilador. 5. Dimensiones internas de la nave o útiles: ancho 43cm x 38cm x 51cm 6. Rango de trabajo, ambiente + 5° C a 200° C 7. Potencia 1500 vatios 8. Operación a 110 /220 VAC	1	\$ 4.800.000
10	Ref. LA 3781 Hidrómetro marca FORNEY 995- 1.038 sg ASTM 151H (3131)	1	\$ 290.350
11	Vaso de precipitado (beaker) fabricado en vidrio borosilicato 3.3, forma alta vidrio grueso. Ref. 230.202.05 Capacidad 250 ml	1	\$ 22.550
12	Platón para humedades, fabricados en aluminio, 20 cm de diámetro aproximadamente, para el secado de muestras	1	\$ 10.300
13	Cepillo de alambre, circular, centro de madera	1	\$ 11.900
14	Brocha de 3"	1	\$ 9.850
15	Cepillo con cerdas de bronce para limpieza de tamices - con mago	1	\$ 21.800
16	Brocha de cerda mona cabo azul de 4"	1	\$ 16.900
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO</b>			
17	Máquina motorizada para límite líquido marca Forney Ref. LA-3705. 110V AC, 1ph, peso 6,4 kg	1	\$ 5.327.532

Ítem	Descripción	Cant.	Valor unitario
<b>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</b>			
18	Dispositivo Motorizado de límite líquido marca ELE. Ref. 24-0441/02 El dispositivo motorizado de límite líquido, elimina muchas de las variables humanas en la prueba de clasificación. Permite al operador duplicar resultados en la misma muestra de suelo. La unidad incorpora un sistema de motor con engranaje totalmente cerrado que acciona el dispositivo de límite líquido y el contador mecánico. Se suministra completo con las herramientas para ranurar ASTM por lo que el dispositivo de límite líquido es ideal para utilizar en cualquier laboratorio de suelo. El equipo contiene: - Contador: mecánico, registra el número de golpes de la copa. - Copa: torneada en bronce, montaje con pasador y ranura. - Base: Moldeado, caucho duro. - Leva: Moldeado, plástico auto lubricante. - Dimensiones: 216 mm ancho x 381 mm prof x 191 mm altura. - Peso: neto 6,6 kg	1	\$ 5.374.512
19	Marca Proeti. Ref. S0042. Cuchara de Casagrande motorizada, accionada mediante un motor eléctrico que asegura una frecuencia de 120 golpes por minuto. Visualizador digital del número de golpes, memoria y botón de parada del ensayo. Dimensiones: 170 x 255 x 255 mm Peso: 6,6 kg	1	\$ 3.263.466
19.1	Accesorios: Ref. S0040/1. Proeti. Acanalador plano de Casagrande según norma ASTM D9318	1	\$ 155.034
19.2	Ref. S0040/3 Acanalador curvo según norma ASTM	1	\$ 170.537
20	Espátula fabricada en acero inoxidable 304, con mango de madera, versátil en diferentes aplicaciones. - Longitud 10 cm - Ref. 541.303.01	1	\$ 32.990
21	Medidor de resiliencia "Humboldt" fabricado según la norma ASTM D431, conformado por un tubo acrílico con tapa, esfera de acero de 5/16" y una barra magnética pequeña.	1	\$ 877.000

Ítem	Descripción	Cant.	Valor unitario
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO</b>			
22	Espátula fabricada en acero inoxidable 304, con mango de madera, versátil en diferentes aplicaciones. - Longitud 10 cm - Ref. 541.303.01	1	\$ 32.990
23	Prensa multiensayos con indicación digital de fuerza y análoga para desplazamiento, marca Simim. Incluye pistones para ensayos CBR, marshall e inconfina. Especificaciones: 1. Con memoria de picos, rango de medición hasta 50 kN / 50 mm 2. Precisión 10 N / 0,1 mm 3. Velocidades preajustadas para ensayos de CBR, marshall 4. Compresión inconfina 5. Dimensiones generales 500 mm x 1100 mm x 1583 mm 6. Operación a 110 / 220 VAC / 1000 W Nota: Fabricado según norma NTC 1527	1	\$ 10.500.00
<b>LABORATORIO DE CONTRUCCIÓN</b>			
24	Máquina semiautomática de ensayos a compresión Marca SIMIM, para fallado de cilindros y vigas de concreto, con módulo independiente para ensayos a flexión. Compuesta por: <b>MARCO A COMPRESIÓN Marca SIMIM</b> 1. Capacidad de 1100 kN 2. Construida en acero soldado rígido, dureza de la placa mínima 550 HV 3. Cilindro hidráulico de 8" 4. Para fallado de cilindros de 6" x 12", 4" x 8" 5. Electrobomba hidráulica nacional con función de alto volumen-baja presión para una acción de aproximación rápida del pistón y cambio abajo volumen alta presión para ejecución de ensayo, incluye mangueras de conexión. 6. Válvula especial de control de flujo compensada por presión que permite una velocidad de carga exacta durante todo el ensayo.	1	\$ 18.000.000

Ítem	Descripción	Cant.	Valor unitario
	<p>7. Doble Sistema digital de lecturas con Display tipo LED, resolución 0,1 kN.  8. Transductor de presión de 700 bar (Para rango alto).  9. Transductor de presión de 350 bar (Para rango bajo).  10. Sistema electrónico de seguridad de final de carrera para limitar el recorrido del pistón y evitar fugas de aceite.  11. Sistema electrónico de seguridad que evita la operación de la máquina cuando la puerta está abierta.  <b>MARCO DE FLEXIÓN marca SIMIM</b>  12. Capacidad de 100 Kn,  13. Cumple con las normas EN12390-5, 1521, 13161, 772-6; ASTM C78. Para la sección estándar de vigas.  14. Abierto a los lados para facilitar la carga de la muestra</p>		

<b>FORMA DE PAGO:</b>	50%Anticipado, 50% contra entrega
<b>GARANTÍA:</b>	Un año, por defecto de fábrica más no por manejo indebido.
No incluye transporte	
No incluye IVA	

## 8.9. ESTRATEGIAS

### MODELO DE GESTIÓN

A partir de la conceptualización de que un modelo de gestión es una norma, referida a la forma administrativa que debe tener una entidad, un laboratorio para ensayos de suelos y construcción para este caso, es importante fijar el contenido de las decisiones, la forma y el tiempo correcto en el que se deben tomar; de tal forma que contenga un conjunto de normas, estándares, estrategias y proceso de eficaz planeación y metas orientadas a buenas prácticas de laboratorio.

Luego de realizar el análisis del estado actual de los laboratorios de suelos y construcción de la Universidad de la Costa, se plantean las siguientes estrategias con base a la *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025* con el propósito de implementar buenas prácticas en el desempeño de los mismos y predisponer la capacidad de servicio para la futura prestación de este:

- ✚ Plantear una orientación estratégica, en la que se busca la supervivencia a largo plazo de la organización, definiendo propósitos que dejen en claro la finalidad del laboratorio, tales como son la misión, visión, objetivos de calidad, principios y valores institucionales y política de calidad.
- ✚ El capital humano de una empresa es el recurso más importante, por tanto es esencial que los funcionarios que hacen parte de la organización del laboratorio se capaciten constantemente y adquieran nuevos conocimientos que les permitan seguir desarrollando habilidades para realizar eficaz y eficientemente las labores correspondientes.
- ✚ Otro aspecto fundamental de gran relevancia para una organización, como lo es un laboratorio, son los recursos para la ejecución de los ensayos, es decir, los equipos y herramientas con los que se realizan las experiencias, se recomienda; El debido mantenimiento y calibración de los equipos y

herramientas que lo requieran cumpliendo con unos estándares de tiempo con base en la norma que rige cada ensayo para la minimización de errores, con el fin de garantizar la calidad del servicio prestado. De manera particular se recomienda dotar los laboratorios con los equipos y herramientas que cumplan con los requisitos de la norma, y en caso de que ya existan realizar el pertinente mantenimiento

- ✚ Las condiciones medio ambientales también juegan un papel importante para el cumplimiento de las políticas de calidad, por tanto se deben mejorar las condiciones de infraestructura, ubicando los laboratorios en espacios óptimos, acondicionándolos de tal forma que haya un respectivo control de la temperatura en este, usando herramientas tales como termohigrómetro.

## 9. CONCLUSIONES

Dentro de la verificación de cumplimiento en el laboratorio de la Universidad de la Costa CUC se pudo notar que se carece de equipos y materiales que son de vital importancia a la hora de la realizar los ensayos, además que algunos de los que se encuentran tienen alrededor de más de 15 años de uso. Por otra parte ninguno de los equipos se encuentran calibrados y es muy poco el mantenimiento preventivo que se les hace, esto es importante ya que los equipos soportan el estrés mecánico, los cambios de temperaturas los envejecimientos de los componentes y esto hace que poco a poco se deterioren las funciones de cada equipo además afecta el diseño y calidad del producto ya que los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza. La norma asegura que las firmas que realicen cada ensayo deberán garantizar que los equipos son idóneos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de mercado se pueden realizar las siguientes observaciones sobre la percepción de los representantes de las empresas constructoras:

- ✚ Los motivos que influyeron en los contratantes de servicio, para elegir la a competencia fueron: cercanía, cumplimiento, calidad. Lo que menos influyó fue el precio. Esto indica un sacrificio de precios con tal de contratar buenos laboratorios que cumplan con lo pedido y que sea de gran satisfacción para los contratantes lo cual esto repercute en la calidad y confiabilidad de los resultados.
- ✚ Todas las empresas constructoras dijeron tener futuros proyectos para los cuales necesitarían de algunas pruebas de laboratorios, con esto se puede demostrar la reactivación en que se encuentra el sector de la construcción. Al indagar con los contratantes los laboratorios de suelos siguen siendo la mayor demanda de servicios.
- ✚ La pregunta más importante que se hizo a los entrevistados fue si Estaría interesado en conocer los servicios de laboratorios de la Universidad de la

Costa, y bajo qué criterios estaría dispuesto a utilizar estos servicios, para lo cual un 100% de los entrevistados estarían dispuestos a conocer de los servicios prestados por parte de la universidad y un 67% estaría interesado bajo ciertos criterios contratar los servicios. Este sería el mercado potencial que se tiene, pues un 33% de las empresas no estarían interesadas y no se incluyen dentro del análisis y proyección. Esto demuestra gran aceptación por parte de los contratantes.



## 10. RECOMENDACIONES

a) Cumplimiento de un sistema de calidad

- ✚ ISO 9000, 7.6 Control de Equipos de Monitoreo y Medición.

b) Descubrir problemas de instrumentación antes de que causen una falla completa.

c) criterio la calibración:

Debe repetirse en función de las siguientes premisas:

- ✚ Grado de utilización del equipo

- ✚ Grado de precisión y repetitividad que busca en su equipo

- ✚ Condiciones ambientales a las que está sometido: Polvo, temperatura, compuestos orgánicos volátiles



- ✚ Seguridad en la medición

## 11. BIBLIOGRAFIA

- ✚ Alonso, M. Campo L. (2008). Elaboración del manual de bioseguridad y documentación de los procedimientos operativos estándar, POES e instructivos de laboratorio de bacteriología especializada de la facultad de ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- ✚ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. NSR-10. Bogotá: ACIS, 1998. 365 p.
- ✚ Barranquilla, A. d. (2012). Plan de ordenamiento territorial del distrito especial, industrial y portuario de Barranquilla. Barranquilla.
- ✚ Bureau International des Poids et Mesures BIPM, Organisation International Of Metrologie Legale OIML, International Laboratory Accreditation Cooperation ILAC, (2006). Common statement and declaration by BIPM, OIML, ILAC on the relevance of various international agreements on metrology to trade, legislation and standardization.
- ✚ Bureau International des Poids et Mesures BIPM (2006). The International System of Units.
- ✚ Gasljevic, V. (2010). Method validation and measurement uncertainty. Biochemia Medica (20). P 57 – 63.
- ✚ ISO 9000, sistemas de gestión de calidad- fundamentos y vocabularios.
- ✚ ISO 9001:2000, sistemas de gestión de calidad- requisitos.
- ✚ Kind, D. 2010 Meter Convention 125 years - A global jubilee. PTB-MITTEILUNGEN (110) P 103 – 110.
- ✚ Londoño, O. Rozo, D. (2007). Documentación de los procedimientos operativos estándares e instructivos de laboratorio de Virología de la Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- ✚ Online browsig platform (obp). 2016.

- ✚ Pérez, N. (2006). Acreditación del laboratorio de pruebas petroquímicas de la Société Générale de Surveillance con base en la norma NMX-EC- 17025-IMNC-2000. Universidad Veracruzana, Maestría en gestión de la calidad.
- ✚ Standarization, I. o. (2005). ISO 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- ✚ [www.onac.org.co](http://www.onac.org.co), (2010). Directorio de acreditados
- ✚ [www.sic.gov.co](http://www.sic.gov.co), (2010). Laboratorios de metrología de la SIC reciben nuevo visto bueno Alemán.

## 12. ANEXO 1 – ENCUESTA

	ENCUESTA DE PERCEPCION	
	UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	
	PROGRAMA DE INGENIERIA	

La siguiente encuesta es realizada para un proyecto universitario por un grupo de estudiantes de Ingeniería civil de la Universidad de la costa CUC. Que tiene como objetivo o finalidad determinar la percepción que tienen con relación a la calidad y la satisfacción de los servicios ofrecidos por los laboratorios de suelos y construcción elegidos para la realización de ensayos.

Agradecemos su colaboración llenando la siguiente encuesta, que se aplica con fines académicos.

NOMBRE DE LA EMPRESA	
----------------------	--

- ✚ ¿Hace cuánto es cliente de los laboratorios de suelo y de construcción que frecuenta para llevar sus ensayos?
  - a) Más de 15 años
  - b) Entre 5 y 10 años
  - c) Entre 1 y 4 años
  - d) Menos de un año
  
- ✚ Califique la calidad del servicio prestado a su empresa en la realización de los ensayos de laboratorio de suelo y construcción.
  - a) Excelente
  - b) Muy bueno
  - c) Bueno
  - d) Regular
  
- ✚ ¿El laboratorio donde realiza los estudios o ensayos de suelos y construcción entrega a tiempo los resultados de los estudios o ensayos?

- a) SI
- b) NO

✚ ¿Qué tan importante es para usted el costo del servicio solicitado?

- a) Extremadamente importante
- b) Muy importante
- c) Un poco Importante
- d) Ligeramente importante
- e) Nada importante

✚ ¿Al momento de elegir el laboratorio de suelos y construcción, bajo cuales criterios enfocaría su elección?

- a) Calidad
- b) Prestigio
- c) Precio
- d) Entrega oportuna
- e) Antigüedad
- f) Otro. Cual

✚ ¿Usted solicita al laboratorio de suelos y construcción los certificados de calibración de sus equipos?

- a) Si
- b) No

✚ ¿Qué grado de importancia le da al reconocimiento comercial que tengan los laboratorios de suelo y construcción?

- a) Extremadamente importante
- b) Muy importante
- c) Un poco Importante
- d) Ligeramente importante
- e) Nada importante

✚ ¿Estaría dispuesto a pagar un precio más alto por realizar sus ensayos y estudios en un laboratorio acreditado?

- a) Si
- b) No

✚ ¿Existen proyectos futuros en su empresa en los cuales necesitaría contratar los servicios de algún laboratorio?

- a) SI
- b) NO

✚ ¿Qué problemas se le han presentado con los laboratorios en los que realiza sus estudios o ensayos?

✚ ¿Conoce usted los servicios que puede prestar la Universidad de la Costa en sus laboratorios?

✚ ¿Estaría interesado en conocer los servicios de laboratorios de la Universidad de la Costa? ¿Bajo qué criterios estaría dispuesto a utilizar estos servicios?