

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
(UTB)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD Y DISEÑO DEL PLAN DE GESTIÓN, PARA LA  
CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CERTIFICADO  
EN LA CIUDAD DE CARTAGENA

DIEGO ARMANDO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ  
JOSÉ RICARDO BLANQUICETT BARRIOS  
DANNY JAVIER SANTOS OVIEDO

PROYECTO INTEGRADOR PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

Cartagena de Indias D. T. y C., Colombia  
Abril de 2012

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO</b>	1
<i>1.1 Antecedentes</i>	1
<i>1.2 Formulación del problema</i>	2
<i>1.3 Justificación</i>	2
<i>1.4 Objetivo general</i>	3
<i>1.5 Objetivos específicos</i>	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	6
<i>2.1 La importancia de los laboratorios</i>	6
<i>2.2 Competencia y profesionalismo</i>	7
<i>2.3 Mecánica de suelos</i>	8
<i>2.4 Ensayos de mecánica de suelos</i>	9
<i>2.5 Ingeniería de pavimentos</i>	9
<i>2.6 Ensayos de ingeniería de pavimentos</i>	11
<i>2.7 Certificado de calidad</i>	13
<i>2.8 Implantación de un Sistema de Gestión de Calidad</i>	14
<i>2.9 Certificación del SGC</i>	14
<i>2.10 Teoría de proyectos y PMI</i>	15
<i>2.10.1 La importancia de la gerencia de proyectos en el mundo</i>	15
<i>2.10.2 Fases y ciclo de vida de un proyecto</i>	19
<i>2.10.3 Viabilidad de un proyecto</i>	20
<i>2.10.4 Riesgos de un producto innovador</i>	21
<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b>	22
<b>4. FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO</b>	24
<i>4.1 Estudio de Entorno</i>	24
<i>4.1.1 Economía actual colombiana</i>	24
<i>4.1.2 Economía colombiana más allá del 2011</i>	24
<i>4.1.3 Crecimiento de la construcción en Colombia</i>	25

4.2	<i>Estudio de Mercados</i>	26
4.2.1	<i>Descripción del producto</i>	26
4.2.1.1	<i>¿Qué es INGELAB?</i>	26
4.2.1.2	<i>La marca</i>	26
4.2.1.3	<i>Logo de la marca INGELAB</i>	27
4.2.1.4	<i>Servicios</i>	27
4.2.1.5	<i>Alcance del servicio</i>	28
4.2.1.6	<i>INGELAB, un laboratorio certificado</i>	28
4.2.2	<i>Descripción de la demanda</i>	28
4.2.2.1	<i>Análisis de las fuentes secundarias</i>	29
4.2.2.2	<i>Análisis de las fuentes primarias</i>	31
4.2.2.3	<i>Encuesta aplicada para análisis de la demanda</i>	32
4.2.2.4	<i>Análisis de la demanda</i>	32
4.2.3	<i>Descripción de la oferta</i>	33
4.2.3.1	<i>Encuesta aplicada para el análisis de la oferta</i>	34
4.2.3.2	<i>Análisis de la oferta</i>	34
4.2.4	<i>Proyecciones</i>	34
4.2.4.1	<i>Análisis de la demanda</i>	35
4.2.4.2	<i>Proyección de la demanda</i>	36
4.2.4.3	<i>Análisis de la oferta</i>	36
4.2.4.4	<i>Proyección de la oferta</i>	37
4.2.4.5	<i>Cálculo de la demanda insatisfecha</i>	37
4.2.4.6	<i>Proyecciones de las ventas</i>	38
4.2.5	<i>Precio de los servicios</i>	38
4.2.5.1	<i>Objetivo del precio</i>	39
4.2.5.2	<i>Identificación del mercado</i>	39
4.2.5.3	<i>Determinación de la demanda de servicios</i>	39
4.2.5.4	<i>Estimación de los precios del mercado</i>	40
4.2.5.5	<i>Políticas y métodos de fijación de precios</i>	40
4.2.5.6	<i>Selección de precios definitivos</i>	41
4.2.6	<i>Estrategias de comercialización</i>	42

4.2.6.1	<i>Segmentación y población objetivo</i>	42
4.2.6.2	<i>Estrategias de producto (servicios)</i>	42
4.2.6.3	<i>Estrategias de precios</i>	42
4.2.6.4	<i>Estrategias de distribución</i>	42
4.2.6.5	<i>Estrategias de promoción</i>	43
4.2.6.6	<i>Servicio posventa</i>	43
4.3	<i>Estudio de Tamaño</i>	43
4.4	<i>Estudio de Localización</i>	45
4.4.1	<i>Macrolocalización</i>	46
4.4.2	<i>Microlocalización</i>	47
4.5	<i>Estudio de Ingeniería del Proyecto</i>	49
4.5.1	<i>Descripción del proceso productivo</i>	49
4.5.1.1	<i>Proceso general del servicio</i>	50
4.5.1.2	<i>Procesos de ensayos</i>	52
4.5.2	<i>Tecnología y equipos</i>	52
4.5.2.1	<i>Descripción equipos seleccionados</i>	56
4.5.2.2	<i>Herramientas y accesorios</i>	56
4.5.3	<i>Muebles, enseres y vehículos</i>	56
4.5.3.1	<i>Materias primas e insumos</i>	59
4.5.4	<i>Distribución de planta</i>	61
4.5.4.1	<i>Laboratorio principal</i>	61
4.5.4.2	<i>Laboratorio secundario</i>	64
4.5.4.3	<i>Zona de recepción</i>	65
4.5.4.4	<i>Baños</i>	65
4.5.4.5	<i>Oficina de ingeniería</i>	65
4.5.4.6	<i>Oficina administrativa</i>	65
4.5.4.7	<i>Cocina</i>	65
4.5.4.8	<i>Almacén</i>	65
4.5.4.9	<i>Patio</i>	66
4.5.4.10	<i>Parqueadero</i>	66
4.5.4.11	<i>Distribución total</i>	66

4.6	<i>Estudio Organizacional, Recursos Humanos y Legal</i>	68
4.6.1	<i>Mano de obra directa</i>	68
4.6.2	<i>Mano de obra administrativa</i>	69
4.6.2.1	<i>Ingeniero jefe de laboratorio</i>	70
4.6.2.2	<i>Gerente</i>	70
4.6.2.3	<i>Personal externo</i>	71
4.6.2.4	<i>Gastos de administración</i>	72
4.6.2.5	<i>Organigrama</i>	72
4.7	<i>Evaluación Ambiental</i>	73
4.7.1	<i>Caracterización ambiental</i>	73
4.7.1.1	<i>Caracterización del proyecto</i>	73
4.7.1.2	<i>Caracterización del ambiente</i>	75
4.7.2	<i>Identificación y evaluación de los impactos ambientales</i>	76
4.7.2.1	<i>Identificación de los impactos</i>	76
4.7.2.2	<i>Evaluación de los impactos</i>	77
4.7.2.3	<i>Análisis de resultados de la evaluación de los impactos</i>	77
4.8	<i>Evaluación Financiera</i>	78
4.8.1	<i>Ingresos operacionales</i>	78
4.8.2	<i>Inversión pre-operacional</i>	78
4.8.3	<i>Egresos operacionales</i>	80
4.8.4	<i>Financiación del proyecto</i>	81
4.8.5	<i>Valor de desecho de la inversión</i>	82
4.8.6	<i>Flujo de caja del inversionista</i>	83
4.9	<i>Evaluación Económica y Social</i>	84
4.9.1	<i>Evaluación de impactos de los insumos del proyecto</i>	84
4.9.1.1	<i>Equipos de fabricación nacional</i>	85
4.9.1.2	<i>Equipos importados</i>	87
4.9.2	<i>Evaluación de impactos de los servicios del proyecto</i>	94
4.9.2.1	<i>Evaluación económica de los servicios del año 1 al 5</i>	94
4.9.3	<i>Evaluación económica</i>	100
4.10	<i>Análisis de Riesgo y Sensibilidad</i>	100

4.10.1	<i>Identificación de los riesgos</i>	101
4.10.2	<i>Análisis cualitativo de los riesgos</i>	102
4.10.2.1	<i>Definición de escalas de valoración de probabilidad e impacto</i>	102
4.10.2.2	<i>Definición de los niveles de aceptación de los riesgos</i>	102
4.10.2.3	<i>Resultados de la valoración de probabilidad e impacto</i>	103
4.10.3	<i>Planeación de la respuesta a los riesgos</i>	104
4.10.3.1	<i>Análisis cualitativo del riesgo residual</i>	104
4.10.3.2	<i>Matrices de riesgo residual</i>	104
4.10.4	<i>Resultados obtenidos</i>	105
4.11	<i>Plan de Gestión del Proyecto</i>	106
4.11.1	<i>Gestión de la integración</i>	106
4.11.2	<i>Gestión del alcance</i>	112
4.11.3	<i>Gestión del tiempo</i>	116
4.11.4	<i>Gestión de costos</i>	119
4.11.5	<i>Gestión de la calidad</i>	122
4.11.6	<i>Gestión de los recursos humanos</i>	124
4.11.7	<i>Gestión de las comunicaciones</i>	128
4.11.8	<i>Gestión de los riesgos</i>	130
4.11.9	<i>Gestión de abastecimientos</i>	132
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	135
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	140
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	141
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b>	142

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.	18
Tabla 2. Proyecciones económicas 2010-2014.	25
Tabla 3. Variaciones del Índice de Precios al Consumidor (IPC) 1995-2010 en Colombia.	25
Tabla 4. PIB trimestral por ramas de actividad económica.	26
Tabla 5. Cantidad de obras según tipo de construcción.	30
Tabla 6. Selección de obras a partir de la Tabla 5.	35
Tabla 7. Demanda de laboratorios de suelos y pavimentos en Cartagena.	35
Tabla 8. Variables económicas para las ONLE ejecutadas en Cartagena.	36
Tabla 9. Proyección de la demanda para los próximos 5 años.	36
Tabla 10. Variables económicas para las OULEA ejecutadas en Cartagena.	37
Tabla 11. Proyección de la oferta para los próximos 5 años.	37
Tabla 12. Comparativo Demanda – Oferta para la proyección.	38
Tabla 13. Proyección anual de las cantidades de obras según el tipo de construcción.	38
Tabla 14. Ventas esperadas para los años de proyección.	38
Tabla 15. Relación de precios de la demanda inicial.	40
Tabla 16. Lista de precios definitiva de los ensayos.	41
Tabla 17. Ensayos para cada tipo de obra y periodicidad promedio.	44
Tabla 18. Tamaño efectivo para cada año de operación 2012-2016.	45
Tabla 19. Análisis de factores determinantes para la macrolocalización del proyecto.	47
Tabla 20. Análisis de factores determinantes para la microlocalización del proyecto.	49
Tabla 21. Matriz de equipo y tecnología necesarios por ensayo.	53
Tabla 22. Cotización de equipos y tecnología.	55
Tabla 23. Cotización de herramientas y accesorios.	58

Tabla 24. Cotización de muebles, enseres y vehículos.	58
Tabla 25. Descripción de las muestras por ensayo.	60
Tabla 26. Análisis de insumos.	61
Tabla 27. Espacio laboratorio principal.	62
Tabla 28. Espacio laboratorio secundario.	64
Tabla 29. Espacio almacén.	66
Tabla 30. Análisis de tiempo de dedicación en procesos.	69
Tabla 31. Análisis de mano de obra directa.	69
Tabla 32. Análisis de tiempo de dedicación del jefe de laboratorio.	70
Tabla 33. Análisis de tiempo de dedicación del gerente de laboratorio.	71
Tabla 34. Análisis de la administración de la empresa.	72
Tabla 35. Caracterización del proyecto.	73
Tabla 36. Descripción de las ASPI.	74
Tabla 37. Determinación de los FARI.	75
Tabla 38. Determinación de las áreas de influencia.	76
Tabla 39. Inversión pre-operacional.	79
Tabla 40. Inversión del capital de trabajo.	79
Tabla 41. Total inversión pre-operacional.	79
Tabla 42. Análisis de insumos del laboratorio en cada año de servicio.	80
Tabla 43. Análisis de la mano de obra directa e indirecta.	81
Tabla 44. CIF para cada año de producción.	81
Tabla 45. Gastos administrativos para cada año de producción.	81
Tabla 46. Costos y gastos anuales del proyecto.	82
Tabla 47. Financiación del proyecto.	82
Tabla 48. Valor residual de la depreciación.	82
Tabla 49. Valor de desecho.	83
Tabla 50. Flujo de caja del inversionista.	83
Tabla 51. Cálculo del precio cuenta del molde cilíndrico de concreto.	87
Tabla 52. Cálculo del precio cuenta del equipo de Casagrande.	87
Tabla 53. Cálculo del precio cuenta del horno de 300°C.	89
Tabla 54. Cálculo del precio cuenta de la bomba de vacío.	89



Tabla 55. Costos económicos de los insumos en equipos del proyecto en el año 0.	90
Tabla 56. Cálculo del precio cuenta de la pala-draga.	91
Tabla 57. Inversión en accesorios y herramientas del laboratorio.	91
Tabla 58. Inversión en muebles, enseres y vehículos.	92
Tabla 59. Inversión pre-operacional.	92
Tabla 60. Análisis de insumos del laboratorio en cada año de servicio, con RPC.	93
Tabla 61. Análisis de la mano de obra directa e indirecta, con RPC.	93
Tabla 62. CIF para cada año de producción, con RPC.	93
Tabla 63. Gastos administrativos para cada año de producción, con RPC.	94
Tabla 64. Oferta del mercado sin proyecto.	96
Tabla 65. Oferta del mercado con proyecto.	97
Tabla 66. Cálculo del precio cuenta del ensayo de granulometría.	98
Tabla 67. Cálculo del precio cuenta de la supervisión técnica.	98
Tabla 68. Precios cuenta de los ensayos.	99
Tabla 69. Cálculo de los beneficios económicos.	99
Tabla 70. Flujo financiero del proyecto.	100
Tabla 71. Flujo económico del proyecto.	100
Tabla 72. Escala de Probabilidad – Objetivos de Costo y Tiempo.	102
Tabla 73. Escala de Impacto – Objetivo de Costo.	102
Tabla 74. Escala de Impacto – Objetivo de Tiempo.	102
Tabla 75. Niveles de aceptación de los riesgos del proyecto.	103
Tabla 76. Registro de interesados.	106
Tabla 77. Anteproyecto.	106
Tabla 78. Tipo de organización.	107
Tabla 79. Project Charter	108
Tabla 80. Solicitud de cambios.	110
Tabla 81. Matriz de trazabilidad de requerimientos.	112
Tabla 82. Declaración del alcance.	112
Tabla 83. Diccionario de la EDT.	114
Tabla 84. Curva “S” de tiempo (3 meses).	117

Tabla 85. Estimación de tiempo – Método PERT.	118
Tabla 86. Diagrama de hitos.	119
Tabla 87. Estimación de costos – Método de 3 valores.	119
Tabla 88. Reservas de contingencia y de gestión.	120
Tabla 89. Curva “S” de costos (3 meses).	121
Tabla 90. Método del valor ganado (4 meses).	122
Tabla 91. Normas y estándares de calidad.	123
Tabla 92. Matriz de roles y responsabilidades.	123
Tabla 93. Listado de procedimientos.	124
Tabla 94. Matriz RACI de recursos humanos.	124
Tabla 95. Histograma de recursos humanos.	125
Tabla 96. Matriz de roles y responsabilidades.	126
Tabla 97. Gantt de recursos humanos.	127
Tabla 98. Registro de interesados – Comunicaciones.	128
Tabla 99. Matriz de comunicaciones.	129
Tabla 100. Calendarización del proyecto.	129
Tabla 101. Registro de pendientes.	130
Tabla 102. Listado de riesgos.	130
Tabla 103. Categorización de los riesgos.	131
Tabla 104. Identificación, registro, valoración y plan de respuesta a los riesgos.	132
Tabla 105. Matriz de abastecimientos.	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ciclo de vida del gerenciamiento de un proyecto.	20
<i>Figura 2.</i> Logo de la marca INGELAB.	27
<i>Figura 3.</i> Área aprobada para construcción según licencias, Bolívar 2000-2010.	30
<i>Figura 4.</i> Ciudad de Cartagena de Indias.	46
<i>Figura 5.</i> Zona Industrial de Mamonal.	46
<i>Figura 6.</i> Municipio de Turbaco – Bolívar.	47
<i>Figura 7.</i> Barrio Alto Bosque.	48
<i>Figura 8.</i> Barrio Bellavista – Campestre.	48
<i>Figura 9.</i> Barrio Ternera.	49
<i>Figura 10.</i> Simbología de los diagramas de flujo.	50
<i>Figura 11.</i> Proceso general de servicios.	50
<i>Figura 12.</i> Zona de laboratorio principal.	64
<i>Figura 13.</i> Plano de distribución de planta.	67
<i>Figura 14.</i> Organigrama de INGELAB.	72
<i>Figura 15.</i> Diagrama Entradas – Procesos – Salidas.	74
<i>Figura 16.</i> Matriz de identificación de componentes ambientales susceptibles de impacto.	75
<i>Figura 17.</i> Matriz de identificación de los impactos ambientales.	76
<i>Figura 18.</i> Matriz de evaluación de los impactos ambientales.	77
<i>Figura 19.</i> Matriz de impactos de las evaluaciones económicas.	84
<i>Figura 20.</i> Generación del costo marginal económico para equipos nacionales.	85
<i>Figura 21.</i> Moldes cilíndricos para concreto.	86
<i>Figura 22.</i> Movimiento en el mercado con la demanda de equipos nacionales.	86
<i>Figura 23.</i> Generación del costo marginal económico para equipos importados.	88
<i>Figura 24.</i> Horno de 300°C.	88
<i>Figura 25.</i> Movimiento en el mercado con la demanda de equipos nacionales.	88
<i>Figura 26.</i> Generación del beneficio económico (DAP).	95
<i>Figura 27.</i> Tamices para el ensayo de granulometría.	95

<i>Figura 28.</i> Movimiento en el mercado con la oferta del proyecto.	96
<i>Figura 29.</i> Curvas de demanda y oferta con y sin proyecto.	97
<i>Figura 30.</i> Estructura de Desglose de Riesgos para el proyecto.	101
<i>Figura 31.</i> Matriz de probabilidad e impacto con los niveles de aceptación de los riesgos.	103
<i>Figura 32.</i> Matrices de valoración de probabilidad e impacto – Riesgo inherente.	103
<i>Figura 33.</i> Matrices de valoración de probabilidad e impacto – Riesgo residual.	104
<i>Figura 34.</i> Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).	114
<i>Figura 35.</i> Cronograma del proyecto.	116
<i>Figura 36.</i> Curva “S” de tiempo (3 meses).	118
<i>Figura 37.</i> Curva “S” de costos (3 meses).	121
<i>Figura 38.</i> EDT de calidad.	123
<i>Figura 39.</i> Organigrama de recursos humanos.	124
<i>Figura 40.</i> Histograma de recursos humanos.	125
<i>Figura 41.</i> Matriz Poder – Interés de los interesados.	128
<i>Figura 42.</i> Risk Breakdown Structure (RBS).	130

## ÍNDICE DE ABREVIACIONES

SITM	Sistema Integrado de Transporte Masivo
PMI	Project Management Institute
ABET	Accreditation Board for Engineering and Technology
NTC	Norma Técnica Colombiana
INVIAS	Instituto Nacional de Vías
ASTM	American Section of the International Association for Testing Materials
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
IPC	Índice de Precios al Consumidor
PIB	Producto Interno Bruto
OULE	Obras que usan laboratorios externos
ONLE	Obras que necesitan laboratorios externos
ONL	Obras que necesitan laboratorios
CIF	Costos Indirectos de Fabricación
TIR	Tasa Interna de Retorno
VPN	Valor Presente Neto
WACC	Weighted Average Cost of Capital
VPNE	Valor Presente Neto Económico
EDR	Estructura de Desglose de Riesgos
EDT	Estructura de Desglose de Trabajo
RBS	Risk Breakdown Structure

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Encuesta aplicada para análisis de demanda
- Anexo 2. Encuesta aplicada para análisis de oferta
- Anexo 3. Anexo de encuestas de demanda y oferta
- Anexo 4. Resultados encuestas de demanda
- Anexo 5. Resultados encuestas de oferta
- Anexo 6. Diagramas de flujo de subprocesos del proceso general
- Anexo 7. Equipos seleccionados para dotación de INGELAB
- Anexo 8. Herramientas y accesorios seleccionados para dotación de INGELAB
- Anexo 9. Plan de Manejo Ambiental
- Anexo 10. Identificación y Evaluación de los Riesgos del Proyecto INGELAB
- Anexo 11. Procedimiento de Calidad

## RESUMEN EJECUTIVO

En Colombia se están desarrollando importantes obras en el campo de la construcción que buscan no solo el desarrollo social sino la reparación de los daños causados por las fuerzas de la naturaleza durante esta última ola invernal.

La ciudad de Cartagena no se queda atrás en el tema de la construcción con fines de desarrollo social. Actualmente se están ejecutando proyectos de gran magnitud tales como el SITM (Sistema Integrado de Transporte Masivo); la expansión de la red hotelera y de apartamentos en la zona norte y sur de la ciudad; los grandes proyectos de viviendas de interés social como Ciudad del Bicentenario; los accesos en doble calzada a la ciudad incluidos la Ruta del Sol (1.000km de carreteras) y el túnel de Crespo que tendrá una longitud de 1km; entre otros grandes proyectos que de una u otra forma mejoran la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Dado lo anterior, surge la idea de crear el laboratorio de suelos y pavimentos certificado, “INGELAB”, que busca posicionarse en el mercado de constructores como la mejor alternativa para el análisis y evaluación de materiales y productos usados en la construcción de pavimentos, en el movimiento de tierras o en otras obras de infraestructura, convirtiéndose en una solución y no en una problemática adicional para las obras.

El objetivo principal del proyecto es el de elaborar el estudio de prefactibilidad y el diseño del plan de gestión del proyecto para la creación de un laboratorio de suelos y pavimentos en la ciudad de Cartagena, a través de una metodología que satisfaga los requerimientos, y siguiendo los lineamientos del PMI, que brinde confiabilidad en los resultados de los ensayos a las obras de ingeniería de la ciudad.

Para el cumplimiento del objetivo principal, se hace necesario realizar un estudio de mercado que ratifique la necesidad del proyecto, calcular el tamaño idóneo para la correcta realización del proyecto, encontrar el mejor punto de ubicación teniendo en cuenta las variables necesarias, realizar un estudio de ingeniería que satisfaga efectivamente la demanda, determinar la mejor estructura organizacional, legal y de recursos humanos a fin de cumplir con todos los aspectos legales y de calidad, calcular el impacto ambiental que genera el proyecto en la zona donde sea planteado, evaluar financiera, económica y socialmente el proyecto, organizar un plan de control de los riesgos que rodean el proyecto y, finalmente, establecer un plan de gestión del proyecto y un método de implementación del mismo.

En este proyecto se utilizarán métodos de investigación empíricos, estadísticos y teóricos. En la parte empírica se contempla la observación, la medición, la entrevista, la encuesta y las técnicas sociométricas. La parte estadística cumple una función relevante, ya que contribuye a determinar la muestra de sujetos a estudiar, tabular los datos empíricos obtenidos y establecer las generalizaciones apropiadas a partir de ellos, utilizando métodos de estadística descriptiva e inferencial, donde aplique. Por último los métodos teóricos que permitan la construcción y desarrollo de la teoría científica, y en el enfoque general para abordar los problemas de la ciencia. Además permiten profundizar en el conocimiento de

las regularidades y cualidades esenciales de los fenómenos. Estos cumplen una función gnoseológica importante, ya que posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados, como son el análisis, la síntesis, la inducción, la deducción, histórico y cualquier otro que aplique.

Luego de aplicar la metodología descrita, haber finalizado los diferentes estudios, evaluaciones y planes, y tras el análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir que el proyecto es viable desde los puntos de vista de todos los estudios y evaluaciones, contando con una demanda insatisfecha de 134 obras en el mercado que se convierten en clientes potenciales para el proyecto.

Con esta demanda insatisfecha, se proyectó que el laboratorio prestará a lo largo del primer año de funcionamiento un total de 8.008 servicios y crecerá al año 2.015 con una producción de 11.286 servicios. Para cumplir con lo anterior, el laboratorio contará con 67 equipos y tecnología entre nacional e importada y un edificio de 182m<sup>2</sup> con oficina y zonas comunes, además de un personal calificado, conformado por un laboratorista, dos ayudantes, un ingeniero jefe de laboratorio, un gerente y un contador externo.

La inversión total para el montaje del proyecto se calculó en \$158.112.558,00 sin incluir costos de funcionamiento. Los estudios tienen una duración de 12 meses y se estima un tiempo de 2 meses para el montaje de las instalaciones.

En el tema ambiental, a pesar de que el proyecto genera impactos en su totalidad negativos, dichos impactos no tienen mayor significancia en el ambiente, por lo que pueden ser mitigados mediante la implementación del Plan de Manejo Ambiental.

El flujo de caja del inversionista muestra que el proyecto es factible financieramente ya que genera un valor presente y una TIR apropiada para tomar una decisión de viabilidad. El análisis económico genera un VPNE de \$359.523.560 unidades monetarias de bienestar, lo que significa que el proyecto es económicamente viable.

El análisis cualitativo de riesgo inherente y riesgo residual realizado sobre los objetivos de Costos y Tiempo del proyecto, arrojan resultados tolerables y aceptables para los riesgos analizados.

Se recomienda principalmente montar el proyecto en una fase de estudios definitivos con el fin de establecer la viabilidad real del laboratorio en la ciudad. De igual forma es necesario reconsiderar todo el estudio de ingeniería, debido a los cambios frecuentes de la política organizacional de la ciudad y las disponibilidades de localización óptima del laboratorio, además de las actualizaciones de las cotizaciones de productos y ajustes de los incrementos del IPC y las divisas.

En el estudio de factibilidad que se debe hacer una vez se decida llevar a cabo el proyecto, al igual que en el plan de gestión, deben ser revisadas la demanda actual y la oferta, realizando las encuestas presentadas en los anexos y modificando las tendencias del mercado de la ciudad.



# 1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

## *1.1 Antecedentes*

En Colombia se vienen desarrollando importantes obras en el campo de la construcción que buscan no solo el desarrollo social sino la reparación de los daños causados por las fuerzas de la naturaleza durante la reciente ola invernal.

La ciudad de Cartagena no se queda atrás en el tema de la construcción con fines de desarrollo social. El incremento de la construcción en Cartagena no solo se aprecia a simple vista en todos los sectores, sino que se puede afirmar con los resultados del último ExpoCiudad 2011, en donde se expusieron 90 nuevos proyectos de construcción para los diferentes estratos 4, 5 y 6. Además de lo anterior, Cartagena se encuentra incluida dentro de las ciudades que conforman el proyecto de La Ruta del Sol, cuya finalidad es comunicar la Costa Caribe con el centro del país mediante casi 1.000km de carretera.

Actualmente se están ejecutando en Cartagena proyectos de gran magnitud tales como el SITM (Sistema Integrado de Transporte Masivo “Transcaribe”); la expansión de la red hotelera y de apartamentos en la zona norte y sur de la ciudad; los grandes proyectos de viviendas de interés social como Ciudad del Bicentenario; los accesos en doble calzada a la ciudad incluidos la mencionada Ruta del Sol y el túnel de Crespo que tendrá una longitud de 1km; entre otros grandes proyectos que de una u otra forma mejoran la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Lo anteriormente planteado, deja clara la necesidad de contar en la ciudad de Cartagena con laboratorios que posean certificados de calidad que garanticen la excelencia de los materiales que se usan para la construcción de estas obras y el estado del suelo sobre los cuales se van a cimentar. En la actualidad, las exigencias en cuanto a la calidad y las propiedades de los materiales usados en las obras de ingeniería se hacen cada vez mayores. Sin embargo, muchas veces estas exigencias no son tenidas en cuenta a la hora de planificar una nueva obra y mucho menos al momento de ejecutarla.

En Cartagena se pueden encontrar laboratorios de suelos y pavimentos incluidos en los programas educativos de ingeniería civil de universidades como la Universidad de Cartagena o la Universidad Tecnológica de Bolívar, pero en este momento no se encuentran funcionando ya que sus instalaciones no han sido terminadas en su totalidad, y además su montaje está en función de fines netamente académicos. Existen otros laboratorios particulares que a pesar de prestar sus servicios, no cuentan con certificado de calidad que validen la confiabilidad en sus resultados.

Dado lo anterior se puede afirmar que Cartagena y el departamento de Bolívar no cuentan con muchos laboratorios que garanticen mediante equipos calibrados, verificados y debidamente certificados por un ente certificador, resultados confiables que lleven a estudios, diseños y controles de buena calidad en obras de ingeniería de suelos y pavimentos.

### *1.2 Formulación del problema*

¿Es factible crear un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena y diseñar su plan de gestión, teniendo en cuenta el incremento de las demandas y la falta de ofertas de este tipo de laboratorios y satisfaciendo las especificaciones técnicas y solicitudes actuales en las obras de ingeniería de la ciudad?

### *1.3 Justificación*

El presente proyecto hace parte de un proceso necesario para que la infraestructura de obras viales y de edificaciones cuente con el cumplimiento de todos los requerimientos técnicos que exige la normatividad Colombiana. Mientras otros países expertos en nuevas tendencias en materiales de construcción plantean metodologías y procesos de estandarización de ensayos de laboratorio para control de materiales y diseños, en Colombia no son tenidos en cuenta a la hora de planificar y construir una nueva obra.

Los contratos de hoy día condicionan a los constructores a cumplir las exigencias de la normatividad vigente, pero esto de nada sirve ya que no hay forma de controlar a través de ensayos veraces su cumplimiento. De ahí nace la idea de crear un laboratorio de suelos y pavimentos que ofrezca servicios de asesoría, consultoría, interventoría, diseño y acompañamiento, con un valor agregado que es la certificación en calidad que permite ofrecer un servicio confiable y ajustado a las políticas de los nuevos proyectos de la ciudad.

#### *1.4 Objetivo general*

Elaborar el estudio de prefactibilidad y el diseño del plan de gestión del proyecto para la creación de un laboratorio de suelos y pavimentos en la ciudad de Cartagena, a través de una metodología que satisfaga los requerimientos, y siguiendo los lineamientos del PMI, que brinde confiabilidad en los resultados de los ensayos a las obras de ingeniería de la ciudad.

#### *1.5 Objetivos específicos*

- Realizar un estudio de mercado que evalúe la necesidad de laboratorios de suelos y pavimentos certificados en la ciudad de Cartagena.
- Calcular el tamaño necesario para la correcta realización del laboratorio de suelos y pavimentos buscando que satisfaga la demanda del mercado, optimizando la utilización de recursos y minimizando los costos de adquisición y de consumo durante la operación.
- Elegir el mejor punto de ubicación del laboratorio de suelos y pavimentos, teniendo en cuenta diferentes posibilidades de localización y procurando la mejor opción que al día de hoy, cuente con las condiciones económicas, de tamaño, de transporte, de seguridad, de confort, sociales, ambientales y legales, pero manteniendo la competitividad y la eficiencia.

- Realizar un estudio de ingeniería que correlacione la mejor opción en cuanto a la solución de la demanda, a través de análisis cuantitativos que demuestren un buen desempeño del laboratorio de suelos y pavimentos en el mercado local y regional, teniendo en cuenta la consecución de equipos, el personal de planta, la compra de insumos y la certificación planteada, que garanticen el correcto funcionamiento del proyecto.
- Determinar la mejor estructura organizacional, legal y de recursos humanos que debe tener el laboratorio con el fin de cumplir eficientemente con todos los aspectos legales y normativos así como con los lineamientos de calidad propuestos por el sistema interno de gestión del proceso, que cuente con el personal idóneo para llevar el proyecto al cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos.
- Calcular el impacto ambiental que genera el proyecto en la zona donde sea planteado, por medio de técnicas de medición de impactos y de simulación de acciones ambientales que eviten posibles afectaciones al entorno del laboratorio de suelos y pavimentos, con el fin de asegurar un sistema limpio e integrado con sus alrededores.
- Evaluar financieramente el proyecto a través de técnicas y herramientas para cálculos de inversiones, intereses, costos, rendimientos, riesgos, fuentes de financiación y análisis de sensibilidad para establecer viabilidad económica y sostenibilidad del proyecto.
- Realizar la evaluación económica y social mediante metodologías de gestión de costos y de evaluación de impacto social que causa el proyecto al aseguramiento de la calidad de las obras de ingeniería, teniendo en cuenta una buena administración de recursos.
- Organizar un plan de control de riesgos, a través de las metodologías de evaluación, determinación, control y planeación de riesgos, que permita evitar futuros inconvenientes en el desarrollo del diseño y planificación del proyecto.

- Establecer un plan de gestión y un método de implementación del proyecto, a través de la planeación de actividades, el cálculo de recursos y la estimación de los tiempos, siguiendo los lineamientos del PMI, procurando alcanzar la eficiencia en la gestión del proyecto y alcanzar su éxito.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 *La importancia de los laboratorios*<sup>1</sup>

La importancia de los laboratorios tanto en la enseñanza de las ciencias como en la investigación y en la industria de la construcción es, sin duda alguna, indiscutible. No se puede negar que el trabajo práctico en laboratorio proporciona la experimentación y el descubrimiento y evita el concepto de “resultado correcto” que se tiene cuando se aprenden de manera teórica, es decir, sólo con los datos procedentes de los libros. Sin embargo, el uso de laboratorios requiere de tiempo adicional al de una clase convencional, por ejemplo, para descubrir y aprender de los propios errores.

En términos generales, un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos de medición, entre otros, donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se enfoque. Dichos espacios se utilizan tanto en el ámbito académico como en la industria y responden a múltiples propósitos, de acuerdo con su uso y resultados finales, sea para la enseñanza, para la investigación o para la certificación de la industria. Prácticamente todas las ramas de las ciencias naturales se desarrollan y progresan gracias a los resultados que se obtienen en sus laboratorios. Por su parte, en el mundo de la industria, estos, entre otras cosas, permiten asegurar la calidad de productos. Así, en la academia los ejercicios del laboratorio se utilizan como herramientas de enseñanza para afirmar los conocimientos adquiridos en el proceso enseñanza-aprendizaje; en tanto que en la industria se emplean para probar, verificar y certificar productos.

Cabe anotar que los laboratorios del sector industrial son más especializados y cubren un amplio abanico de aplicaciones con el propósito de asegurar un control y aseguramiento de calidad, aunque están más orientados hacia la industria y sus prácticas

---

<sup>1</sup> LUGO, Guadalupe. La importancia de los laboratorios. Revista Construcción y Tecnología. 2006. En la web: [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

aportan parte del método científico, validan la teoría y calibran las simulaciones por computadora.

En experimentos donde el propósito principal es demostrar el proceso de pruebas y evaluación con ayuda de la computadora, tal como se utiliza en las grandes industrias, con frecuencia se requiere de equipo moderno que, por lo general, es costoso. En este sentido, cabe señalar que a lo largo de los años se han hecho recomendaciones, tanto de empresarios como de varias organizaciones técnicas y profesionales, para revisar exhaustivamente los planes de estudio de la ingeniería con el fin de asegurar que los estudiantes estén preparados para la práctica profesional.

## *2.2 Competencia y profesionalismo*

Dados los constantes cambios en la industria, el ingeniero también debe ser competente para trabajar, no sólo como parte de un equipo, sino también para administrar su propio horario de tal manera que le permita asegurar la entrega de sus proyectos a tiempo y realizar sus reportes en forma clara y precisa. En la actualidad, el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) señala como requisitos del laboratorio: la realización de un trabajo “apropiado” en todos los planes de estudios, así como combinar elementos teóricos y prácticos. Si esto se hace en forma apropiada incluirá mediciones, análisis y diseños de ingeniería, así como el proceso ordenado y lógico para producir resultados válidos.

Los laboratorios en la academia permiten reforzar la teoría, aportan la enseñanza de técnicas experimentales y permiten desarrollar valores sociales y de comunicación. La experiencia en un laboratorio de alta calidad requiere de organizaciones comprometidas, de miembros interesados en el éxito de un programa de laboratorio, de la asistencia del personal del laboratorio como técnicos, mecánicos o analistas de cómputo. Por lo general, la práctica de la Ingeniería Civil comprende un gran número de experimentos que, de no realizarlos en los laboratorios, no habría oportunidad de ser asimilado correctamente. Ello significa que la experiencia adquirida en el laboratorio debe proporcionar las herramientas

básicas para la experimentación, es decir instrumentos de medición, técnicas estadísticas básicas para planear los experimentos, para ensamblar los equipos, reunir los datos, analizar los resultados y escribir un reporte conciso pero completo.

### *2.3 Mecánica de suelos*

El principal objetivo de la mecánica de suelos es estudiar el comportamiento del suelo como material de construcción o como base de sustentación de las futuras obras de ingeniería. El valor de los estudios de la mecánica de suelos radica en el hecho de que si se pasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si no se logra llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizá no tomados en consideración a la hora de realizar el diseño, produciendo a su vez deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeos o desplomos, y en su caso más extremo el colapso de toda la obra o su inutilización y posterior abandono.

En consecuencia, las condiciones del suelo como elemento de sustentación y construcción y las del cimiento como dispositivo de transición entre el suelo y la estructura, han de ser siempre observadas, aunque se hagan en proyectos pequeños fundados sobre suelos normales y basados en datos estadísticos o anteriores experiencias, o para proyectos medianos o grandes o en suelos dudosos donde la investigación de suelos no podrá ser obviada por ningún motivo.

La mecánica de suelos se interesa por la estabilidad del suelo, por su deformación y por el flujo de agua hacia el interior, exterior y a través de su masa, tomando en cuenta que resulte económicamente factible usarlo como material de construcción, que al final es lo que al ingeniero le interesa para ser aplicado como material de relleno de caminos, de construcción, de soporte, de obras hidráulicas, entre otras. (Lugo, 2006)

Para todo lo anterior es muy indispensable tomar muestras representativas de suelo que se sometan a ensayos de laboratorio confiables y que permitan al ingeniero de suelos



tomar buenas decisiones en cuanto a las variables de diseño que tendrá en cuenta dentro de la consecución de su obra.

#### *2.4 Ensayos de mecánica de suelos*

Es muy importante resaltar los ensayos más comunes en la práctica de la ingeniería de suelos según su normatividad nacional (NTC o INVIAS) o internacional (ASTM u otra), con el fin de tener una base de soporte sobre las adquisiciones necesarias en un proyecto de laboratorio de suelos. A continuación se genera una lista de estos ensayos:

- Determinación de la humedad natural (NTC 1495-2001)
- Peso Unitario (ASTM D2937-04)
- Gravedad Específica de agregados Sólidos (INVE-128-07)
- Granulometría por Tamizado con Lavado (NTC 77-07)
- Análisis Granulométrico por Hidrómetro (T. 200-4") (INVE-124-07)
- Límites de Atterberg (20%-200%) (NTC 4630-1999)
- Límites de Contracción, relación de contracción (NTC 1503-2001)
- Equivalente de Arena (INVE 133-07)
- Expansión Libre y consolidación (ASTM D 4546-08)
- Permeabilidad en Cámara Triaxial (ASTM D 5084-2003)
- Compactación Proctor Estándar (INVE-141-07)
- Compactación Proctor Modificado (INVE-142-07)
- CBR Relación de soporte de California (0-100%) (12 Puntos) Material Cohesivo o 6 puntos granular (INVE-148-07)
- Corte Directo CD (INVE-154-07)
- Resistencia a la compresión inconfiada esfuerzo de resistencia a la Compresión (NTC 1527-2000)
- Triaxial Monotónico UU, CU, CD (INVE-153-07)

#### *2.5 Ingeniería de pavimentos*

Un pavimento es una estructura constituida por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir cargas generadas por el tránsito y la acción de los efectos producidos por el ambiente y transmitir a la subrasante esfuerzos y deformaciones mínimos tolerables por esta. Estructuralmente, el pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, sin rotura de los materiales que lo conforman o deformaciones no tolerables para la estructura.

Funcionalmente, proporciona una superficie uniforme que permite la circulación de los vehículos. Para el control de infiltraciones, el pavimento evita que las aguas superficiales penetren hacia el interior de la estructura y altere las propiedades de los materiales constitutivos del subsuelo.

Existen varios tipos de pavimentos, y su selección se decide dependiendo las cargas, el uso, el ambiente, la facilidad de materiales u otros factores que intervengan en el diseño. Los pavimentos entonces se pueden clasificar como sigue:

- **Pavimentos Flexibles:** Admite grandes deformaciones, sin rotura bajo la aplicación de carga. Los esfuerzos se transmiten al terreno natural mediante un mecanismo de disipación de tensiones, ya que estos van disminuyendo lentamente con la profundidad. Son construidos con materiales pétreos y ligantes bituminosos o asfálticos.
- **Pavimentos Rígidos:** La placa es de gran rigidez, se admiten pequeñas deformaciones bajo la aplicación de la carga. Los esfuerzos se transmiten al terreno de soporte repartiéndolos en un área muy amplia. Son construidos con materiales pétreos y ligantes hidráulicos como el cemento Portland.
- **Pavimentos Semi-rígidos:** Se caracterizan por tener unas bases estabilizadas (suelo-cemento) con una rigidez menor que la del concreto hidráulico, por tanto admite deformaciones mayores. La transmisión de esfuerzos al terreno de soporte se hace tanto por disipación de tensiones como por repartición. Su estructura mixta, hace que su funcionamiento sea también mixto, aunque se acepta una mayor similitud con el pavimento rígido.

- **Pavimentos Articulados:** Está formado por elementos prefabricados de pequeñas dimensiones que individualmente son muy rígidos, pero que conforman un conjunto cuyo comportamiento se asemeja a un pavimento flexible, es decir transmite los esfuerzos a la subrasante mediante un mecanismo de disipación de tensiones.

El pavimento adecuado es aquel que satisfaga los requisitos de servicio a un costo mínimo, por tanto se requiere de un buen criterio que conduzca al uso racional de los materiales y de los recursos disponibles.

### *2.6 Ensayos de ingeniería de pavimentos*

Una de las partes más sobresalientes en la ingeniería de pavimentos es la cantidad de ensayos y métodos de simulación que han aparecido a lo largo del tiempo, con el fin de encontrar la respuesta a la problemática que se presenta en los pavimentos del mundo. En esta parte compete resaltar los ensayos más comunes en la práctica de la ingeniería de pavimentos según su normatividad nacional (NTC o INVIAS) o internacional (ASTM u otra), con el fin de tener una base de soporte sobre las adquisiciones necesarias en un proyecto de laboratorio de pavimentos. A continuación se genera una lista de estos ensayos:

- Peso Unitario Llenante en Tolueno (INVE 225-07)
- Tensión Indirecta para el Modulo Resiliente de Mezcla Asfáltica (INVE 749-07)
- Penetración de los materiales Asfálticos (INV E 706-07)
- Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto (INV E 411-07)
- Punto de ignición y llama mediante la copa Abierta de Cleveland (INV E 709-07)
- Punto de Ablandamiento de Materiales Bituminosos (INV E 712-07)
- Resistencia a la compresión Simple Mezclas (INV E 747-07)
- Adhesividad de los ligantes a los agregados finos (Riedel Weber) (INV E 774-07)
- Efecto del Agua sobre Mezclas Asfálticas Sueltas (INV E 757-07)
- Cubrimientos de los Agregados con Materiales Asfálticos en presencia del agua (stripping) (INV E 737-07)
- Peso Especifico teórico Máximo de Mezclas Asfáltica (INVE 735-07)

- Efectos de Agua sobre cohesión de Mezclas Asfálticas Compactadas (inmersión-compresión) (INV E 738-07)
- Adherencia en Bandeja (INV E 740-07)
- Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica Compactadas empleado Especímenes Saturados por Probeta (INV E 733-07)
- Extracción de Asfalto (INV E 732-07)
- Evaluación de la resistencia mecánica por el método de 10 % de Finos (INV E 224-07)
- Angularidad del Agregado Fino y Grueso (INV E 239-07)
- Resistencia Mezclas Asfálticas al Daño por Humedad Inducida (TSR) (INV E 725-07)
- Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall (INV E 748-07)
- Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios (INV E 414-07)
- Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas (INV E 782-07)
- Modulo Resiliente Base o Sub-base Granular y subrasante (INV E 156-07)
- Ensayo de concentración critica de llenante (INVE 745-07)
- Azul de Metileno (INV E 235-07)
- Deformación Plástica en Mezclas Asfáltica Mediante la Pista de Ensayo (INV E 756-07)
- Finura del Cemento (Aparato de Blaine ) Superficie Especifica promedio (NTC 33-1997)
- Peso Especifico del Cemento (NTC 221-1999)
- Tiempo de Fraguado del cemento, Mediante el aparato de Vicat (NTC 118-2004)
- Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla (NTC 673-2000)
- Análisis Granulométrico por Tamizado (NTC 77-2007)
- Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada (NTC 92-1995)
- Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto (NTC 127-2000)
- Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos. (NTC 126-1995)
- Peso Específico y Absorción Agregado Fino. (NTC 237-1995)
- Peso Específico y Absorción Agregado Grueso. (NTC 176-1995)

- Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara (INVE 227 -07)
- Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de Agregados Gruesos (NTC 98-2006)
- Ensayo de Aceros de Refuerzo a Tracción, Límites de Fluencia, elongación, resaltes, módulo de Elasticidad (NTC 2-1995 NTC 2289 NTC 3353)
- Índice de Alargamiento y Aplanamiento (INVE 230-2007)
- Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido (NTC 5653-2008)
- Diseño de Mezcla en concreto (ACI 211. 1-91)
- Compresión simple en Núcleos de concreto (NTC 673-2000)
- Determinación de la limpieza superficial de las partículas de agregado grueso (INVE 237-07)

### *2.7 Certificado de calidad*

La evaluación de un proyecto de certificación en normas de calidad puede ser enfocada desde dos perspectivas diferentes, que solo en algunos casos logran ser complementarias. Para efectos de simplificar la lectura del artículo, se utilizará el término “certificación” como sinónimo del proceso de validación que una entidad externa a la empresa realiza para aprobar o desaprobar estándares de calidad, incluso en los casos que esta validación no suponga una certificación específica.

Por un lado, algunas empresas transitan el camino hacia una certificación con la convicción de que la mejora de sus procesos y metodologías de trabajo son un camino más directo y seguro hacia el éxito comercial futuro. Estas empresas sitúan al concepto de calidad en el centro de su estrategia, están dispuestas a invertir recursos no solo para alcanzar la certificación sino también para sostener y optimizar el modelo de calidad en el largo plazo.

Por otra parte, se encuentran empresas que buscan en una certificación las credenciales que le abran nuevas oportunidades de negocio, especialmente para penetrar en mercados que exigen este tipo de avales como requisito básico. En términos generales,

estas empresas visualizan a la formalización y mejora de sus actividades como una tarea más ligada al proceso externo de certificación que al proceso interno de desarrollo y entrega de productos y servicios.

Ambas perspectivas son válidas y pueden servir a los fines de la compañía, aunque es el primer enfoque el que se sostiene con más solidez cuando de calidad se trata.

### *2.8 Implantación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC)<sup>2</sup>*

Para implantar un sistema de calidad con el objetivo de obtener una certificación y tomando de referencia la Norma Internacional ISO 9001, se deberían seguir las siguientes etapas como proceso:

- Comprender básicamente la Norma ISO 9001
- Planeación del SGC
- Crear el equipo de trabajo para el diseño del SGC en referencia a ISO 9001
- Analizar la situación actual
- Crear equipos de trabajo para documentar los Procesos
- Capacitar a todo el personal
- Nombrar y Capacitar a Auditores Internos
- Poner en funcionamiento el SGC, llevar registros y evidencias de mejora
- Realizar Auditorías Internas
- Solicitar la Auditoria de Certificación

### *2.9 Certificación del SGC*

Después de haber llevado a cabo el proceso de implantación del SGC, el siguiente paso es solicitar la Auditoria de Certificación a un organismo acreditado para tal fin. El organismo o ente certificador da fe de la implantación del SGC y lo hace buscando evidencia principalmente de los siguientes puntos:

---

<sup>2</sup> VAZQUEZ, Hugo. Calidad, Gestión de la Calidad y Certificación.

- Sistema de Calidad completamente documentado
- Sistema de Gestión implementado y funcionando.
- Cumplimiento de la actividades y prácticas con el Sistema de Gestión
- Eficacia del SGC implementado
- Eficiencia del SGC implementado
- SGC en maduración y mejora continua

En resumen, los Auditores para la certificación buscan formalidad en el SGC, buscan la documentación requerida y exigida por la Norma ISO 9001, tratan de encontrar consistencia en el SGC.

### *2.10 Teoría de proyectos y PMI*

Los proyectos tienen sus orígenes en la Segunda Guerra Mundial, ya que durante esta época se les reconoció como herramienta necesaria para la realización de actividades tecnológicas complejas. Se afirma además que los proyectos surgieron como resultado de la complejidad de los problemas gubernamentales, militares y comerciales que se vivieron durante esta guerra, por ejemplo en problemas como la adquisición de armamento y desarrollo de planes para la consecución de recursos.

Actualmente, los proyectos son mecanismos que se utilizan en las organizaciones para organizar recursos eficientemente encaminados a un objetivo predeterminado. Un proyecto “consiste en una operación con un principio y un fin, llevada a cabo para obtener las metas establecidas dentro de los objetivos de costo, programa y calidad fijados de antemano”. Los proyectos también se definen como “actividades enfocadas hacia el logro de un objetivo específico único, de carácter temporal y con una fecha de inicio y conclusión definidas”. Para efectos de definir el concepto de proyecto aquí se entenderá por proyecto al “esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado”. Para el PMI, la dirección del proyecto es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. (Project Management Institute, 2008)

### *2.10.1 La importancia de la gerencia de proyectos en el mundo*

La Gerencia de Proyectos tiene hoy en día un lugar importante en las organizaciones. Su importancia ha aumentado, y aumentará mucho más en el futuro, gracias a las situaciones de competitividad, al creciente énfasis en la productividad y a que las organizaciones buscan mecanismos para aprovechar las oportunidades que el medio ofrece.

Dentro de la integración o interrelación de los proyectos es importante resaltar las dificultades encontradas en estos procesos, ya que en la Gerencia de Proyectos es necesario integrar personas y recursos disímiles en su mayoría, lo que puede ocasionar problemas para el gerente de proyectos. En especial, cuando los proyectos son de gran magnitud, es necesario que el gerente de proyectos ponga a funcionar todas habilidades integradoras en pro del proyecto, con el fin de tomar decisiones y evitar problemas como: diferencias entre áreas, entre personas (sociólogos e ingenieros) o grupos dentro del proyecto.

La Gerencia de Proyectos se ha convertido en una necesidad para muchas compañías, gracias a que cada día las organizaciones se expanden más y compiten a nivel internacional, haciéndolas más complejas y diversas. Por este motivo se afirma que la Gerencia de Proyectos tiene cabida en muchos ámbitos de la gerencia general de las organizaciones. King lo plantea así: “es inadecuado visualizar la administración de proyectos solamente dentro de los confines del proyecto, debe ser considerado dentro del contexto total de la organización y su estrategia”.

Alrededor del proyecto se genera información que es de interés para todos los involucrados con el mismo. Cada uno de ellos requiere información sobre el avance, o información para tomar decisiones sobre temas que afectan el proyecto.

- **Comunicación.** Por otra parte, en ocasiones se necesita involucrar ciertos niveles de la organización para facilitar su desarrollo. Por esta razón, el proyecto requiere de una administración adecuada de la información que se genera en su interior y de la forma



de comunicarlo a los interesados. Es muy frecuente que el manejo inadecuado de las comunicaciones de un proyecto se convierta en la causa de fracaso del mismo. Las personas involucradas que no reciben información sobre el avance o los beneficios que se obtienen en su desarrollo, no perciben cómo las expectativas que tienen sobre el resultado, se van obteniendo con el paso del tiempo.

- **Abastecimiento.** El proyecto requiere también de insumos al inicio y durante su ejecución. La forma de garantizar que estos recursos se vinculan en el momento adecuado y con las características requeridas, son áreas que requieren la atención de la gerencia del proyecto para su correcta administración y evitar así, sobre costos o pérdidas de tiempo por la falta de un recurso oportunamente.
- **Integración.** La iniciación e integración de los proyectos es otro tema que requiere administración. La definición de lo que se necesita para iniciar, las personas que deben participar, la forma de organizar el trabajo, entre otros, son aspectos que determinan el éxito o fracaso del proyecto.
- **Riesgos.** Existe la posibilidad de que las cosas no salgan bien. En otras palabras, durante la realización del proyecto aparecen sucesos que amenazan la finalización del mismo. Esto sugiere una administración del riesgo asociado a los factores que afectan al proyecto y que permitan anticipar las medidas necesarias para minimizar el impacto negativo que puedan tener sobre los resultados esperados. (Evaluación y Administración de Proyectos: Una visión integral sobre las áreas que determinan el éxito o fracaso de los mismos).

Para el PMI existen 9 áreas del conocimiento que son: integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recurso humano, comunicaciones, riesgos y adquisiciones. También hay 5 grupos de procesos que son: iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre. Estos a su vez definen 42 procesos que sirven a la dirección de proyectos para cumplir su objeto. (Project Management Institute, 2008)

Tabla 1. Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.  
(Fuente: Guía del PMBOK)

Knowledge Areas	Project Management Process Groups				
	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring & Controlling Process Group	Closing Process Group
<b>4. Project Integration Management</b>	4.1 Develop Project Charter	4.2 Develop Project Management Plan	4.3 Direct and Manage Project Execution	4.4 Monitor and Control Project Work 4.5 Perform Integrated Change Control	4.6 Close Project or Phase
<b>5. Project Scope Management</b>		5.1 Collect Requirements 5.2 Define Scope 5.3 Create WBS		5.4 Verify Scope 5.5 Control Scope	
<b>6. Project Time Management</b>		6.1 Define Activities 6.2 Sequence Activities 6.3 Estimate Activity Resources 6.4 Estimate Activity Durations 6.5 Develop Schedule		6.6 Control Schedule	
<b>7. Project Cost Management</b>		7.1 Estimate Costs 7.2 Determine Budget		7.3 Control Costs	
<b>8. Project Quality Management</b>		8.1 Plan Quality	8.2 Perform Quality Assurance	8.3 Perform Quality Control	
<b>9. Project Human Resource Management</b>		9.1 Develop Human Resource Plan	9.2 Acquire Project Team 9.3 Develop Project Team 9.4 Manage Project Team		
<b>10. Project Communications Management</b>	10.1 Identify Stakeholders	10.2 Plan Communications	10.3 Distribute Information 10.4 Manage Stakeholder Expectations	10.5 Report Performance	
<b>11. Project Risk Management</b>		11.1 Plan Risk Management 11.2 Identify Risks 11.3 Perform Qualitative Risk Analysis 11.4 Perform Quantitative Risk Analysis 11.5 Plan Risk Responses		11.6 Monitor and Control Risks	
<b>12. Project Procurement Management</b>		12.1 Plan Procurements	12.2 Conduct Procurements	12.3 Administer Procurements	12.4 Close Procurements

### *2.10.2 Fases y ciclo de vida de un proyecto*

Las actividades a desarrollar para administrar un proyecto se circunscriben en fases normalmente. Normalmente el desarrollo del proyecto involucra la generación de entregables claves, que determinan claramente un avance en el proyecto total. Los puntos en los que se culminan estos entregables determinan la culminación de una fase y la iniciación de otra. Generalmente a la iniciación de una nueva fase, precede una evaluación de la calidad de los entregables, los tiempos involucrados y la corrección de los errores encontrados.

En proyectos de tecnología por ejemplo, las fases están determinadas por los entregables que contienen la definición de los requerimientos de la solución, el diseño de la solución para soportar estos requerimientos, la implementación del diseño, las pruebas para verificar la solución y la puesta en marcha y adopción de la misma.

En el ciclo de vida tradicional, la finalización de las fases del proyecto y por consiguiente de la finalización de los entregables asociados a cada una de ellas, garantizan el avance del proyecto hasta su culminación.

En el ciclo de vida en espiral incremental, la definición de requerimientos, diseño, implementación, pruebas y puesta en marcha de soluciones, se desarrolla varias veces durante todo el proyecto. La realización de estas cuatro fases se conoce como una iteración, por lo que se itera varias veces hasta la finalización del proyecto.

También es importante decir que el PMI define como ciclo de vida de un proyecto a las fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas. Todo proyecto tiene un inicio y un final definido. (Project Management Institute, 2008)

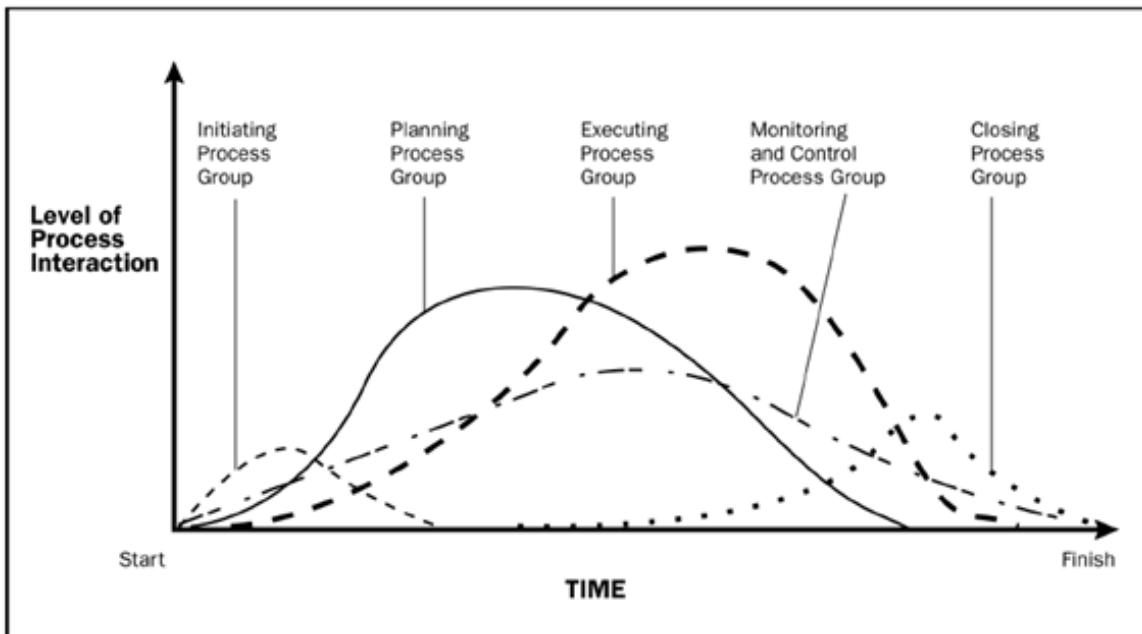


Figura 1. Ciclo de vida del gerenciamiento de un proyecto. (Fuente: Guía del PMBOK)

### 2.10.3 Viabilidad de un proyecto

Para recomendar la aprobación de un proyecto de inversión, el evaluador se enfrenta con tres viabilidades principales que investigar, entendiendo por viabilidad la “posibilidad de” o la “conveniencia de” realizar un proyecto: la viabilidad técnica, la viabilidad legal y la viabilidad económica. (CHAIN, 1993)

La viabilidad técnica debe establecerse con la ayuda de técnicos especializados en la materia, busca determinar si es posible física o materialmente “hacer” un proyecto.

La viabilidad legal se refiere a la necesidad de determinar la inexistencia de trabas legales para la instalación y operación normal del proyecto.

La viabilidad económica pretende definir mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es recomendable su implementación y posterior operación.

Para efectos de la presente investigación se establecen como objetivos específicos cada uno de los estudios de viabilidad antes mencionados.

#### *2.10.4 Riesgos de un producto innovador*

Teniendo en cuenta que esta investigación pretende determinar la viabilidad del diseño de un producto considerado como innovador se tendrá en cuenta lo planteado por NASSIR SAPAG CHAIN en su libro CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS, en el cual señala que se deben considerar los riesgos en los que se podría incurrir teniendo en cuenta el grado de originalidad del concepto y del grado de innovación tecnológicas que incorpore, lo anterior se obtendrá teniendo en cuenta los resultados del estudio técnico del proyecto.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

Este proyecto hace parte de los proyectos de desarrollo tecnológico, cuyo resultado se orienta hacia la obtención de un producto tangible, como es el laboratorio de suelos y pavimentos certificado. En la evaluación de este producto se tienen en cuenta todas las características físicas, humanas, técnicas, académicas, sociales, ambientales, etc., que nos permitan definir en forma adecuada el servicio ofrecido.

El estudio es de tipo prospectivo en el que se analizarán futuros casos de ensayos de materiales. Según el análisis, encaja en la parte descriptiva ya que se describen y se miden conceptos, variables y propiedades de manera independiente.

El proyecto se llevará a cabo en un lapso de un año con una tolerancia adicional de dos meses, con el fin de aclarar dudas y perfeccionar resultados, y se realizará en el marco de la ciudad de Cartagena, aunque su influencia repercutirá en algunos de los municipios del departamento de Bolívar, Atlántico, y Sucre.

En la definición del universo del proyecto se remitirá únicamente a las obras en ejecución y futuros proyectos presentes en la ciudad de Cartagena, teniendo en cuenta que la muestra será compuesta en función al volumen de datos del universo y la parte más representativa para la selección de datos, con el objeto de utilizar técnicas estadísticas confiables y permitir obtener resultados que validen el propósito de la investigación, anotando que se deben excluir las muestras que se salgan de los esquemas planteados en cuanto a normas y especificaciones e incluyendo aquellas que demuestren compatibilidad con el proyecto.

En este proyecto se utilizarán métodos de investigación empíricos, estadísticos y teóricos. En la parte empírica se contempla la observación, la medición, la entrevista, la encuesta y las técnicas sociométricas. La parte estadística cumple una función relevante, ya que contribuye a determinar la muestra de sujetos a estudiar, tabular los datos empíricos obtenidos y establecer las generalizaciones apropiadas a partir de ellos, utilizando métodos

de estadística descriptiva e inferencial, donde aplique. Por último los métodos teóricos que permitan la construcción y desarrollo de la teoría científica, y en el enfoque general para abordar los problemas de la ciencia. Además permiten profundizar en el conocimiento de las regularidades y cualidades esenciales de los fenómenos. Estos cumplen una función gnoseológica importante, ya que posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados, como son el análisis, la síntesis, la inducción, la deducción, histórico y cualquier otro que aplique.

Para que la investigación se sustente en los principios de la ética, cuando los sujetos de estudio sean personas, se tendrá en cuenta el consentimiento previo de los mismos para participar, tomándose en cuenta todos los aspectos establecidos al respecto.

Debe tenerse en cuenta en este aspecto si las políticas públicas hacen posible el desarrollo de la investigación, si es factible estudiar el fenómeno en cuestión, si se cuenta con los recursos necesarios para la misma, si los investigadores son competentes para realizar ese tipo de estudio, si es pertinente y luego el consentimiento informado de las personas implicadas en la investigación.

## **4. FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO**

### *4.1 Estudio de Entorno*

#### *4.1.1 Economía actual colombiana*

Después de la desaceleración de 2008-2009 ocasionada primordialmente por la crisis económica global, la economía colombiana retomó un sendero de crecimiento durante 2010 y 2011. Una recuperación del consumo de hogares, así como de la inversión privada y pública y un mayor dinamismo de las exportaciones tradicionales, especialmente hidrocarburos, contribuyeron a este desempeño. Para 2012 se prevé un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de 5,8%, que supera las previsiones del gobierno y de la gran mayoría de los analistas privados. Este elevado crecimiento es fruto de la inercia creciente que trae la economía y que todavía no ha llegado a su tope. En este año, el consumo de hogares continúa acelerándose como resultado de las políticas monetarias expansivas, de la fortaleza del peso y de una tendencia a la disminución del desempleo. Este será otro año de altos ingresos de inversión extranjera, sobretodo aquella con destino a la exploración y explotación de petróleo, carbón y oro. Por otro lado, el comportamiento reciente de licencias de construcción sugiere que la actividad edificadora inició en firme un ciclo ascendente. Ahora bien, las mayores exportaciones de hidrocarburos y otras exportaciones tradicionales, así como el dinamismo de los ingresos de capital externo alimentarán el mayor crecimiento económico. Debido a este alto crecimiento, se reducirá ligeramente el déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos y de las finanzas públicas.

#### *4.1.2 Economía colombiana más allá del 2011*

El escenario de mediano plazo que aquí se plantea es el de una desaceleración de la economía global, pero no el de una crisis de la magnitud que se registró a finales de 2008 y comienzos de 2009. En este escenario, Colombia crecería alrededor de 3,5% en 2012, pero lo haría a más de 4% anual a partir de 2013, tal como muestra la siguiente figura:



Tabla 2. Proyecciones económicas 2010-2014. (Fuente: DANE)

COLOMBIA: INDICADORES MACROECONÓMICOS											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010p	2011p	2012p	2013p	2014p
<b>Población</b>											
(Miles)	40.956	41.734	42.527	43.292	44.071	44.865	45.672	46.449	47.238	48.041	48.858
Crecimiento (%)	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
<b>Producto Interno Bruto</b>											
(US\$ millones)	117.198	146.556	162.807	207.446	243.456	233.462	282.916	303.053	313.460	323.721	336.194
-Per capita (US\$)	2.862	3.512	3.828	4.792	5.524	5.204	6.194	6.524	6.636	6.738	6.881
(mm \$ corrientes)	307.762	340.156	383.898	431.072	478.635	503.345	536.975	584.973	621.754	667.162	716.343
Variación real (%)	5,3	4,7	6,7	6,9	2,7	0,8	4,1	5,8	3,5	4,7	4,4
<b>Liquidez final año</b>											
M1 (Variación %)	16,8	18,5	18,3	11,9	12,0	8,3	17,7	14,6	9,4	13,2	11,8
M3+bonos (variación %)	16,3	17,0	16,9	17,8	17,5	7,7	11,4	11,2	8,7	10,1	12,6
<b>Inflación final año (%)</b>											
Precios consumidor	5,5	4,9	4,5	5,7	7,7	2,0	3,2	3,1	2,4	2,8	3,2
Precios productor	4,6	2,1	5,5	1,3	9,0	-2,2	4,4	3,8	3,5	4,2	2,5

Tabla 3. Variaciones del Índice de Precios al Consumidor (IPC) 1995-2010 en Colombia. (Fuente: DANE)

**AÑO 2010, MES 12**  
Base Diciembre de 2008 = 100,00

Mes	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Enero	1,84	2,51	1,65	1,79	2,21	1,29	1,05	0,80	1,17	0,89	0,82	0,54	0,77	1,06	0,59	0,69
Febrero	3,62	4,01	3,11	3,23	1,70	2,30	1,89	1,26	1,11	1,20	1,02	0,66	1,17	1,51	0,84	0,83
Marzo	2,61	2,10	1,55	2,60	0,94	1,71	1,48	0,71	1,05	0,98	0,77	0,70	1,21	0,31	0,50	0,25
Abril	2,23	1,97	1,62	2,90	0,70	1,00	1,15	0,92	1,15	0,46	0,44	0,45	0,90	0,71	0,32	0,46
Mayo	1,65	1,55	1,67	1,53	0,46	0,57	0,47	0,60	0,49	0,38	0,41	0,33	0,30	0,33	0,01	0,10
Junio	1,20	1,14	1,20	1,22	0,26	-0,02	0,04	0,43	-0,05	0,60	0,40	0,30	0,12	0,36	-0,06	0,11
Julio	0,77	1,51	0,83	0,47	0,31	-0,04	0,11	0,02	-0,14	-0,03	0,05	0,41	0,17	0,18	-0,04	-0,04
Agosto	0,63	1,10	1,14	0,03	0,50	0,32	0,26	0,09	0,31	0,03	0,00	0,39	-0,13	0,19	0,04	0,11
Septiembre	0,84	1,19	1,26	0,20	0,33	0,43	0,37	0,36	0,22	0,30	0,43	0,29	0,08	0,10	0,11	0,14
Octubre	0,88	1,15	0,96	0,35	0,35	0,15	0,19	0,56	0,06	-0,01	0,23	-0,14	0,01	0,35	-0,13	-0,09
Noviembre	0,79	0,80	0,81	0,17	0,46	0,33	0,12	0,78	0,35	0,28	0,11	0,24	0,47	0,28	-0,07	0,19
Diciembre	0,92	0,72	0,61	0,91	0,53	0,46	0,34	0,27	0,61	0,30	0,07	0,23	0,49	0,44	0,08	0,65
En el año corrido	19,46	21,93	17,68	16,70	9,23	8,75	7,95	6,99	6,49	5,50	4,85	4,48	5,69	7,37	2,00	3,17

\* Entre octubre de 2006 y septiembre de 2007 se realizó la Encuesta de Ingresos y Gastos en el marco de la Gran Encuesta Integridad de Hogares, teniendo una cobertura de 42733 hogares para las 24 principales ciudades del país, lo cual permitió determinar cambios en los hábitos de consumo y la estructura del gasto de la población colombiana. Con los resultados de esta encuesta, bajo el trabajo de un grupo interdisciplinario de especialistas y la asesoría de la entidad estadística del Canadá, se desarrolló una nueva metodología para calcular el IPC, que es aplicada a partir de enero de 2008. Se creó una nueva base de datos con una cobertura de dos niveles, uno fijo y uno flexible, que permite actualizar la variación de bienes y servicios, por cambios en el consumo final en un período relativamente. Además de la ampliación de la muestra el nuevo IPC-08 amplió su cobertura geográfica a 24 ciudades.

#### 4.1.3 Crecimiento de la construcción en Colombia

El sector de la construcción, el principal motor de la generación de empleo en el país, sigue mostrando signos de recuperación. Los expertos en el tema aseguran esto no solo con lo ocurrido en el remate del 2011, sino que este año será clave para mover el desempeño de la economía. La Tabla 4 muestra la variación del PIB en el sector de la construcción desde el año 2001 hasta el año 2010, según estadísticas del DANE en la rama de actividad 4.1 que corresponde a “Trabajos de construcción, construcción y reparación de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario”, como sigue:

Tabla 4. PIB trimestral por ramas de actividad económica. (Fuente: DANE)

Producto Interno Bruto trimestral por ramas de actividad económica										
Cuarto trimestre y año total 2009 - Series desestacionalizadas										
Variaciones porcentuales anuales										
RAMA DE ACTIVIDAD	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Trabajos de construcción, construcción y reparación de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario	0,5	26,5	11,7	32,2	4,7	11,8	1,1	18,2	-12,4	1,8

## 4.2 Estudio de Mercados

### 4.2.1 Descripción del producto

El laboratorio de suelos y pavimentos certificado, “INGELAB”, busca posesionarse en el mercado de constructores como la mejor alternativa para el análisis y evaluación de materiales y productos usados en la construcción de pavimentos, en el movimiento de tierras o en otras obras de infraestructura, convirtiéndose en una solución y no en una problemática adicional para las obras.

4.2.1.1 *¿Qué es INGELAB?* Es un laboratorio de ingeniería civil certificado encaminado al estudio de materiales usados en el ámbito de la ingeniería de suelos y geotecnia y en la ingeniería de pavimentos, que a través de la buena práctica de normas y estándares nacionales e internacionales busca caracterizar de la mejor forma posible las muestras entregadas por los clientes y entregar soluciones y alternativas que lleven al buen término de las obras de ingeniería en la ciudad.

4.2.1.2 *La marca. INGELAB* es una fusión semántica que nace de combinar las palabras “Ingeniería” y “Laboratorio”, palabras que se convierten en la razón de ser de este producto, ya que lo que se busca es que a través de los ensayos de laboratorio allí realizados se puedan encontrar las mejores soluciones de ingeniería posibles para un problema específico.



Figura 2. Logo de la marca INGELAB. (Fuente: Autores)

4.2.1.3 *Logo de la marca INGELAB.* El slogan del producto “No le entregamos más problemas, los resolvemos”, ayuda a entender un poco más el norte del desarrollo del proyecto, el cual no es solo hacer ensayos de forma metódica y periódica y solo competir, sino también resolver a través de la ingeniería problemas que comúnmente se presentan y que serian de gran ayuda al sector y de esta forma no solo competir sino sobresalir.

4.2.1.4 *Servicios.* El laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB, además de ofrecer los servicios de ensayos de ingeniería de suelos y pavimentos, ofrece los siguientes servicios:

- **Asesoría y consultoría:** Con la ayuda de las consultorías y asesorías especializadas se busca, a través de los resultados de ensayos y muestras de laboratorio, encontrar soluciones prácticas de problemas en el campo de los suelos y los pavimentos de las obras, además de aportar recomendaciones viables y alternativas que optimicen el correcto funcionamiento del cliente.
- **Diseño de Mezclas:** El laboratorio contará con el servicio de diseño de todo tipo de mezclas concernientes al campo de aplicación previsto, como mezclas de subbases granulares, bases, seleccionados, materiales especiales, mezclas asfálticas y mezclas hidráulicas.
- **Estudios de suelos:** Este es un servicio casi obligado y necesario para todo tipo de obras de ingeniería, ya que de este dependen los permisos de los entes de control.
- **Interventoría:** El campo de la interventoría de obras es un servicio fundamental tanto para las obras públicas como para las privadas, y la idea es participar en procesos

licitatorios y selecciones abiertas con el fin de adquirir mayores beneficios económicos.

- **Acompañamiento en obra:** Este es un valor agregado de un importante sentido y compromiso con el cliente, ya que hace parte del servicio post-venta de la organización, que garantizara estabilidad comercial y de mercado.
- **Ensayos de campo:** Hay muchos ensayos que se deben realizar en la zona de trabajo, con el fin de evitar desplazamientos largos y algunas veces son ensayos que son “in situ”, también son de mucha importancia para las obras en general.

*4.2.1.5 Alcance del servicio.* El servicio inicialmente se desarrollará para la ejecución de los ensayos más comunes en la ingeniería de suelos y pavimentos, y que se ofrezcan en los laboratorios existentes en la ciudad, teniendo en cuenta que se desarrollarán estrategias de mercadeo que lleven a que los directores de obras conozcan las exigencias de los estándares nacionales e internacionales, situación que promueva la adquisición de mayor equipos y que genere el crecimiento del laboratorio.

*4.2.1.6 INGELAB, un laboratorio certificado.* Ante el gran crecimiento experimentado en la última década por las certificaciones en las normas ISO 9001-2008, no se pueden cuestionar las razones por las cuales INGELAB se decide a implantar un sistema de gestión de calidad, basado en la normativa ISO 9001-2008. La empresa INGELAB debe creer firmemente que la implantación de un sistema de gestión de calidad ha sido y es una oportunidad para mejorar la competitividad de la empresa en el entorno actual, permitiendo alcanzar un alto grado de diferenciación, a la vez que satisface las necesidades de los clientes y refuerza la imagen de marca, permitiendo reducir costes al evitar errores y pérdidas de tiempo, y por último lograr mejoras en los procesos de la empresa.

#### *4.2.2 Descripción de la demanda*

Para la identificación de la población demandante del servicio de ensayos de laboratorio en la ciudad de Cartagena, se debe tener en cuenta que sería muy difícil tratar de hacer la evaluación por cada ensayo y cada demandante, ya que en un sistema completo de

este tipo de laboratorios podrían existir más de 700 ensayos distintos. Otro indicador que se trató de evaluar fue el número de empresas de ingeniería que utilizaría el servicio del laboratorio, pero dicho indicador no podría discriminarse por tipo de ensayos de la mejor forma ya que en una empresa de este tipo se ejecutan simultáneamente varias obras con diferentes ópticas en cuanto a ensayos se refiere. Por las anteriores razones, se propuso trabajar con un indicador en función al número de obras que usan laboratorio externo (OULE), teniendo en cuenta que de todas las obras que existen en un periodo de tiempo en la ciudad, no todas usan laboratorios externos, ya sea porque cuentan con uno interno, por que no le son exigidos o creen que no valen la pena.

*4.2.2.1 Análisis de las fuentes secundarias.* Para la realización de este estudio, se hicieron investigaciones en fuentes como Internet y revistas especializadas en Ingeniería Civil, en busca de la cantidad de obras de ingeniería civil que se ejecutaron en la ciudad de Cartagena en los últimos 5 años o más, con el fin de encontrar el mejor indicador de la cantidad de obras que se ejecutarán este año 2011, ya que con este valor se hará el análisis de las encuestas y se determinará la cantidad de obras que necesitan laboratorios externos (ONLE). La Figura 3 muestra una gráfica extraída de la página oficial del DANE, que muestra la variación del área aprobada de licencias para construcción desde al año 2000 al año 2010, donde se nota que el mayor porcentaje es vivienda, pero para nuestro análisis se debe enmarcar en el ámbito de todas las obras. Esta gráfica deja ver que la construcción tuvo un crecimiento exponencial hasta el año 2008, pero luego baja en el 2009 (crisis económica mundial) y trata de recuperarse en el año 2010 muy levemente debido a la ola invernal. Como se puede observar en el capítulo introductorio se espera que para el año 2011 el crecimiento en el área de la construcción en Cartagena sea cercano al 12%.

Con el fin de encontrar una relación directa entre las encuestas que se realicen y la cantidad de obras realizadas durante el año en curso, se proyectarán inicialmente la cantidad de encuestas a realizar en función a la cantidad de obras ejecutadas o en ejecución el primer trimestre del año 2011, independientemente cual tipo de obra sea, ya que luego de la encuesta se realizará la segmentación del mercado dependiendo el tipo de obras que

realice ensayos de laboratorio y de esta forma establecer la línea de proyecciones de una mejor manera.

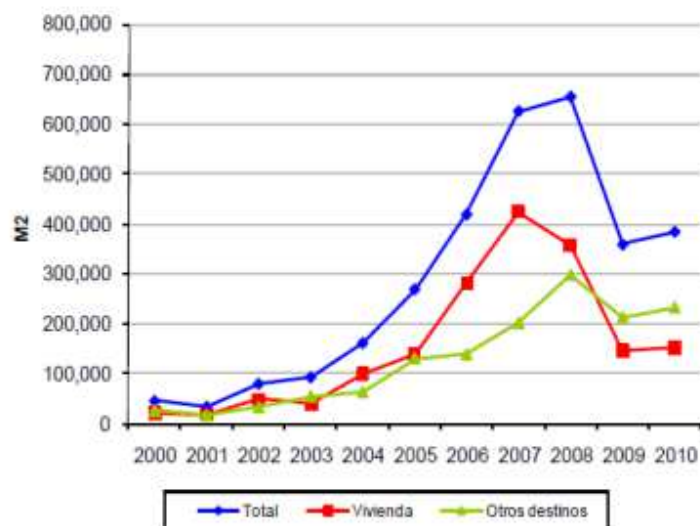


Figura 3. Área aprobada para construcción según licencias, Bolívar 2000-2010. (Fuente: DANE)

Tabla 5. Cantidad de obras según tipo de construcción. (Fuente: Autores)

DESCRIPCION SEGÚN TIPO DE OBRA		AÑO					
		2006	2007	2008	2009	2010	1 trim 2011
VIVIENDA	CANTIDAD	633	1073	1113	485	531	169
	%	47,45	49,53	50,1	40,6	40,01	39,6
INDUSTRIA	CANTIDAD	12	16	7	10	32	13
	%	0,93	0,73	0,3	0,84	2,4	3,1
OFICINA	CANTIDAD	16	24	29	7	18	7
	%	1,23	1,1	1,31	0,57	1,32	1,6
BODEGA	CANTIDAD	132	224	141	248	147	75
	%	9,87	10,32	6,33	20,73	11,1	17,5
COMERCIO	CANTIDAD	139	180	236	112	136	44
	%	10,4	8,3	10,63	9,41	10,23	10,2
HOTELES	CANTIDAD	111	266	240	135	158	31
	%	8,3	12,3	10,8	11,3	11,9	7,3
EDUCACION	CANTIDAD	77	45	38	56	105	18
	%	5,78	2,1	1,69	4,66	7,89	4,1
HOSPITAL	CANTIDAD	3	4	5	1	3	1
	%	0,23	0,18	0,21	0,12	0,21	0,12
RELIGIOSO	CANTIDAD	16	3	4	4	11	2
	%	1,2	0,12	0,2	0,33	0,8	0,4
VIAS Y MOVIMIENTOS	CANTIDAD	144	271	360	129	164	66
	%	10,8	12,5	16,2	10,8	12,4	15,4
OTROS	CANTIDAD	51	61	50	8	23	3
	%	3,81	2,82	2,23	0,64	1,74	0,68
<b>TOTAL OBRAS AL AÑO</b>		<b>1335</b>	<b>2166</b>	<b>2221</b>	<b>1195</b>	<b>1326</b>	<b>428</b>

4.2.2.2 *Análisis de las fuentes primarias.* A través de las encuestas se busca saber el grado de influencia de la calidad de los materiales en cuanto al direccionamiento de las obras, influencia que condiciona a las obras a contar con un laboratorio de materiales que justifique paso a paso las intervenciones durante su ejecución.

Para la ejecución de la encuesta se determinó inicialmente que el número de obras a evaluar en la encuesta era igual al número relacionado por los entes de control de la ciudad de Cartagena, indistintamente al tipo de obra. Por tal motivo se toma el valor de 428 obras en la ciudad actualmente registradas, dato que se convierte en la población de estudio para este análisis.

Para el cálculo de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

$n$  = es la muestra que se desea conocer para realizar las encuestas.

$k$  = es el nivel de confianza con el cual se quiere evaluar la muestra, para este proyecto se va toma el valor de 1,64 que corresponde al nivel de confianza del 90%, que es un dato que da tranquilidad a la hora de evaluar.

$N$  = es el tamaño de la población, que para el objeto de estudio corresponde a la cantidad de obras en ejecución en la ciudad de Cartagena, lo cual como se explico anteriormente corresponde a 428 obras.

$p$  = es la proporción de la población, en tanto por uno, que se espera que tenga las características del estudio, que para este estudio se realizo una prueba piloto, donde se preguntaron a 10 personas que hacen parte del medio de la construcción, si en sus obras existe la necesidad de ejecutar ensayos de laboratorio con empresas externas (ONLE), y de los cuales 7 respondieron que sí. De esta prueba piloto encontramos que el 70% de los encuestados están interesados en la utilización de un laboratorio externo para evaluar sus materiales, por esta razón el valor de  $p$  se asume en 0,7.

$q$  = se define como el porcentaje de la población que no cuenta con las características del estudio, lo cual corresponde al 30%, ósea 0,3.

$e$  = es el error muestral deseado en tanto por uno, que para este análisis se considera un valor del 10%.

Insertando los valores obtenidos en la ecuación anteriormente planteada se obtiene un valor de la muestra equivalente a  $n = 49,93$  que significa que para realizar un buen análisis estadístico y tener una buena confiabilidad en los resultados se deben realizar por lo menos 50 encuestas con el fin de evaluar la demanda.

*4.2.2.3 Encuesta aplicada para análisis de la demanda.* Para el análisis de la demanda se realizaron 50 encuestas que muestran la actualidad del sector de la construcción y su interés en el servicio de laboratorios, además sus inclinaciones en cuanto a las ofertas existentes y el grado de satisfacción en el cual se encuentran (ver Anexo 1). Se debe tener muy en cuenta que la encuesta es técnica, lo que quiere decir que debe ser diligenciada por Ingenieros Civiles constructores con experiencia, y que en este momento se encuentren dirigiendo una obra, y además que cuenten con la capacidad plena de decidir los proveedores de su obra. Por esta razón se escogieron 50 personas capacitadas para tal fin, con el objeto de no obtener información equivocada que lleve a errores del estudio.

*4.2.2.4 Análisis de la demanda.* Teniendo en cuenta los resultados de las encuestas de la demanda del servicio se efectúa la segmentación del mercado. Este análisis de demanda consiste en efectuar un ejercicio de segmentación y posterior evaluación de la demanda solo en el primer trimestre del año en curso (2011), con el fin de observar el procedimiento empleado y continuarlo en el capítulo de *Proyecciones*, donde se detallen las proyecciones y se calcule la demanda anual durante los próximos 5 años, teniendo en cuenta los años anteriores. En la respuesta de la pregunta 2 de la encuesta de la demanda, se nota que el 74% de las obras son de movimiento de tierras, vías y viviendas, y el 16% restante encaja en las obras de comercio e industria, por tal motivo de la Tabla 5 se extraen la cantidad de obras con licencias de cada uno de estos tipos de obras en el primer trimestre de 2011 como sigue:



Vivienda	169 obras
Industria	13 obras
Comercio	44 obras
Vías y movimiento de tierra	66 obras

Esta evaluación genera un total de 292 obras a tener en cuenta en el pre-estudio de la demanda equivalente al primer trimestre del 2011. A partir de la pregunta 3 de la encuesta de la demanda se puede calcular el indicador ONL, que equivale a la cantidad en número de obras que necesitan los servicios de un laboratorio interno o externo, o la combinación de ambos. La encuesta dio como resultado que el 90% de las obras del sector tienen la necesidad o exigencia de emplear los servicios de un laboratorio, lo que indica que de las 292 obras, 263 tienen la necesidad de efectuar ensayos de laboratorio.

La idea de este análisis preliminar es obtener el indicador ONLE, que son las obras que necesitan laboratorios externos, que para calcularlo, el enfoque se basa en la pregunta de la encuesta de demanda numero 4, que solicita el uso de laboratorio externo, interno o combinado, respuesta que generó un porcentaje de 87% de ONLE, y no se va a tener en cuenta los combinados para mayor seguridad del análisis. Aplicando este porcentaje a la anterior cifra de 263 ONL, se obtiene un valor de 229 obras que necesitan laboratorio externo (ONLE). El valor de 229 obras corresponde a la demanda actual de ensayos de laboratorio en el primer trimestre de 2011, este mismo análisis se llevará a cabo en el Capítulo 5 cuando se elabore el estudio de las proyecciones de demanda y oferta.

#### *4.2.3 Descripción de la oferta*

El mercado de los laboratorios de suelos y pavimentos es un mercado muy cerrado en la ciudad de Cartagena, con muchas obras, pero con muy pocos oferentes que solucionen los problemas de las obras, o que brinden paquetes de servicios atractivos a los clientes y generen mayores dividendos. La oferta en este mercado esta claramente identificada, identificación que se obtuvo a través de las encuestas de la demanda y de investigaciones posteriores, las cual se presenta a continuación:

- LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS ANTONIO COGOLLO
- CH PEREIRA LTDA
- GEOCONSULTAS LTDA
- EMIRO VANEGAS- INGENIERÍA, CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA
- ERNESTO MERLANO – INGENIERO CONSULTOR
- MER S.A INGENIERÍA Y SERVICIOS

En este análisis se debe dejar claro que el indicador para este estudio de la oferta es la cantidad de obras que usan laboratorios externos, OULE, indicador que será abarcado a lo largo de este estudio.

*4.2.3.1 Encuesta aplicada para el análisis de la oferta.* Como se comentaba, la única forma de evaluar la oferta de los servicios de laboratorios de suelos y pavimentos en la ciudad de Cartagena, es a través de una encuesta estilo entrevista, que entregue resultados confiables y de primera mano de cada uno de los competidores y de esta forma analizar el mercado de la mejor manera posible (ver Anexo 2).

*4.2.3.2 Análisis de la oferta.* Con el objeto de analizar preliminarmente la oferta, se tiene que en el último trimestre, a saber el primer trimestre de 2011, se han ofrecido 95 servicios u obras que utilizan laboratorios externos (OULE), que al compararlo con la demanda de ese mismo periodo, que fueron 229 obras que necesitan laboratorios externos (ONLE), genera una demanda insatisfecha de 134 obras. Esta cifra dice que si el laboratorio entrara en funcionamiento en este periodo de tiempo tendría potencialmente 134 obras a las cuales ofrecer sus servicios, sin incluir las atraídas por las estrategias de comercialización de este nuevo servicio.

#### *4.2.4 Proyecciones*

El objeto de este capítulo es encontrar el indicador económico que mejor describa la variabilidad de la demanda y de la oferta en los años históricos recopilados, a través de

análisis de datos y regresiones, y de esta forma poder predecir lo mejor posible el comportamiento de la demanda y la oferta los siguientes 5 años.

*4.2.4.1 Análisis de la demanda.* Para generar el análisis de datos para la regresión histórica de la demanda se utilizan los valores obtenidos en la Tabla 5, seleccionando únicamente las obras pertenecientes a los grupos de vivienda, industria, comercio y vías y movimiento de tierras, como sigue:

Tabla 6. Selección de obras a partir de la Tabla 5. (Fuente: Autores)

DESCRIPCION SEGÚN TIPO DE OBRA		AÑO				
		2006	2007	2008	2009	2010
VIVIENDA	CANTIDAD	633	1073	1113	485	531
INDUSTRIA	CANTIDAD	12	16	7	10	32
COMERCIO	CANTIDAD	139	180	236	112	136
VIAS Y MOVIMIENTOS	CANTIDAD	144	271	360	129	164
<b>TOTAL OBRAS AL AÑO</b>		<b>929</b>	<b>1539</b>	<b>1715</b>	<b>737</b>	<b>862</b>

En la tabla siguiente se calcula la demanda de los laboratorios de suelos y pavimentos en la ciudad en los años anteriores para poder realizar las proyecciones:

Tabla 7. Demanda de laboratorios de suelos y pavimentos en Cartagena. (Fuente: Autores)

AÑO	OBRAS AL AÑO	ONL (90%)	ONLE (87%)
<b>2006</b>	929	836	<b>727</b>
<b>2007</b>	1539	1385	<b>1205</b>
<b>2008</b>	1715	1544	<b>1343</b>
<b>2009</b>	737	663	<b>577</b>
<b>2010</b>	862	776	<b>675</b>

A continuación se presenta una tabla que muestra para cada año la cantidad de obras ejecutadas con las variables económicas presentadas y que son directamente proporcionales al crecimiento o decrecimiento de la construcción en Colombia, y por ende en la ciudad.

Tabla 8. Variables económicas para las ONLE ejecutadas en Cartagena. (Fuente: Autores)

AÑO	No AÑO	DEMANDA ONLE	PIB (Construccion)	IPC	IPP
2006	1	727	11,8	4,48	5,5
2007	2	1205	1,1	5,69	1,3
2008	3	1343	18,2	7,67	9
2009	4	577	-12,4	2	-2,2
2010	5	675	1,8	3,17	3,65

Al correlacionar los años (*año*), la demanda (*d*) y el *IPC*, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$d = 111,53 + 25,2(\text{año}) + 156,09(\text{IPC})$$

Donde el Coeficiente de determinación  $R^2 = 0,91$

4.2.4.2 *Proyección de la demanda.* Con la ecuación obtenida en el análisis de la demanda, se realizan pronósticos para los próximos cinco años.

Tabla 9. Proyección de la demanda para los próximos 5 años. (Fuente: Autores)

AÑO	No. AÑO	IPC (Proyectado)	DEMANDA (ONLE)
2011	6	3,1	747
2012	7	2,4	663
2013	8	2,8	750
2014	9	3,2	838
2015	10	3	832
2016	11	3	857

4.2.4.3 *Análisis de la oferta.* Para el analizar la oferta se debe centrar la atención en el análisis de la Pregunta 4 de la encuesta de la oferta, donde se le pregunta a los entrevistados la cantidad de obras a las cuales les prestó sus servicios en los últimos cuatro años, ya que en ese momento no contaban con información de años anteriores o los datos no eran confiables.

Tabla 10. Variables económicas para las OULEA ejecutadas en Cartagena. (Fuente: Autores)

AÑO	No AÑO	OFERTA OULE	PIB	IPC	IPP
2007	2	215	6,9	5,69	1,3
2008	3	272	2,7	7,67	9
2009	4	155	0,8	2	-2,2
2010	5	224	4,3	3,17	3,65

Al correlacionar los años (*año*), la oferta (*of*) y el *IPP*, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$of = 204,99 - 4,93(año) + 9,8(IPP)$$

Donde el Coeficiente de determinación  $R^2 = 0,97$

4.2.4.4 *Proyección de la oferta.* Con la ecuación obtenida en el análisis de la oferta, se realizan pronósticos para los próximos cinco años.

Tabla 11. Proyección de la oferta para los próximos 5 años. (Fuente: Autores)

AÑO	No. AÑO	IPP (Proyectado)	OFERTA (OULE)
2011	6	3,8	272
2012	7	3,5	274
2013	8	4,2	286
2014	9	2,5	274
2015	10	2,8	282
2016	11	3	289

4.2.4.5 *Cálculo de la demanda insatisfecha.* Luego de hacer los análisis de demanda y oferta, y de hacer sus respectivas proyecciones, se calcula la demanda insatisfecha comparando el valor de la demanda para cada año de la proyección en términos de ONLE contra el valor de la oferta para cada año de la proyección en términos de OULE, cuya diferencia proporcionará el valor de la demanda insatisfecha para cada año, que será llamada OILE (obras insatisfechas de laboratorios externos).

En la siguiente tabla se presenta un cuadro comparativo donde se analiza la demanda contra la oferta para cada año de la proyección:

Tabla 12. Comparativo Demanda – Oferta para la proyección. (Fuente: Autores)

AÑO	No. AÑO	DEMANDA (ONLE)	OFERTA (OULE)	DEMANDA INSATISFECHA (OILE)
2011	6	747	272	475
2012	7	663	274	389
2013	8	750	286	465
2014	9	838	274	564
2015	10	832	282	550
2016	11	857	289	568

Cabe anotar en esta sección que no toda la demanda insatisfecha se convertirá en los clientes del proyecto, sino que son el potencial en obras que se tienen para mostrar los servicios del laboratorio y los potenciales clientes que adquirirán los servicios.

4.2.4.6 *Proyecciones de las ventas.* El objetivo de las ventas a las cuales INGELAB apunta como meta para cada uno de los años de proyección desde el 2012 a 2016, equivale al incremento del 10 al 14%, aumentando un 1% anual de la demanda insatisfecha del mercado en cantidad de obras insatisfechas por el servicio de laboratorios externos, política que será el norte al cual apuntarán todas las estrategias de promoción de los servicios.

Tabla 13. Proyección anual de las cantidades de obras según el tipo de construcción. (Fuente: Autores)

AÑO	No. AÑO	OILE	META INGELAB	VIAS Y MT	VIVIENDAS	INDUSTRIA	COMERCIO
2012	1	389	58	34	15	5	5
2013	2	465	70	40	18	6	6
2014	3	564	85	49	22	7	7
2015	4	550	83	48	21	7	7
2016	5	568	85	49	22	7	7

Tabla 14. Ventas esperadas para los años de proyección. (Fuente: Autores)

AÑO	No. AÑO	OILE	META INGELAB	VIAS Y MT	VIVIENDAS	INDUSTRIA	COMERCIO	TOTAL VENTAS				
2012	1	389	39	23	\$ 178.649.112	10	\$ 21.091.398	3	\$ 8.980.143	3	\$ 6.402.369	\$ 215.123.023
2013	2	465	51	30	\$ 241.484.919	13	\$ 28.509.823	4	\$ 12.138.706	4	\$ 8.654.259	\$ 290.787.707
2014	3	564	68	39	\$ 329.749.711	18	\$ 38.930.406	5	\$ 16.575.506	5	\$ 11.817.464	\$ 397.073.088
2015	4	550	72	41	\$ 358.812.314	19	\$ 42.361.551	6	\$ 18.036.394	6	\$ 12.859.000	\$ 432.069.260
2016	5	568	80	46	\$ 411.031.299	21	\$ 48.526.549	6	\$ 20.661.282	6	\$ 14.730.408	\$ 494.949.538

#### 4.2.5 Precio de los servicios

El proyecto se basa en un laboratorio de suelos y pavimentos certificado, donde el principal producto son los servicios prestados a sus clientes a través de los ensayos de laboratorio, diseños, estudios y asesorías. Teniendo en cuenta lo anterior, no se puede prever un solo precio del producto ya que son varios servicios, y la idea de esta sección es en primera instancia, procurar su clasificación y selección por conveniencia en el lanzamiento del laboratorio, buscando salir al mercado con un número de ensayos no tan bajo, pero tampoco tan alto que genere sobrecostos y pérdida de utilidad y rentabilidad en el transcurso del posicionamiento de la empresa.

*4.2.5.1 Objetivo del precio.* El objetivo fundamental de esta sección es encontrar una fórmula que permita determinar de la mejor forma los mejores precios de los servicios ofrecidos por el laboratorio de suelos y pavimentos, con el fin de penetrar el mercado de la industria de la construcción, y ser altamente competitivos, entregando el valor agregado de la certificación de calidad en ensayos de laboratorio.

*4.2.5.2 Identificación del mercado.* Para poder identificar el mercado base de este proyecto, se debe hacer el análisis de las preguntas de la encuesta de demanda desde la Pregunta 5 a la 10, donde se busca definir cuál es el laboratorio más reconocido en la ciudad de Cartagena, y por qué razones tiene este reconocimiento, además de definir en los encuestados la necesidad que tienen de obtener resultados más confiables a través de certificaciones de calidad.

*4.2.5.3 Determinación de la demanda de servicios.* El fin de la determinación de la demanda de servicios es el planteamiento de cuáles de los ensayos de laboratorio de suelos y pavimentos planteados a los encuestados de la demanda y a los encuestados de la oferta, además de los adicionales propuestos, son los más comunes, con el fin de no seleccionar ensayos de laboratorio que se hagan muy esporádicamente y que sea demasiado el tiempo que haya que tenerlos para poder recuperar su precio de compra. Se realizó un estudio de los ensayos requeridos y ofrecidos por medio de las encuestas de demanda y de oferta para establecer los requerimientos en precios y necesidades de los clientes. La determinación de la demanda arrojó 42 servicios para que el laboratorio oferte a sus clientes.

4.2.5.4 *Estimación de los precios del mercado.* Ya obtenidos los servicios que se prestarán en el laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB, en este numeral se muestran, tal y como se hizo en el análisis de la Pregunta 5 de la encuesta de la oferta, los precios del mercado ofrecidos por cada laboratorio competencia, y contra los cuales INGELAB debe competir. A continuación se presenta la tabla de precios encontrados en la investigación de la oferta, pero para los 42 servicios escogidos en el numeral anterior, con la cual más adelante se tomarán decisiones de escogencia de los mejores precios de venta, por motivos del lanzamiento de la empresa.

Tabla 15. Relación de precios de la demanda inicial. (Fuente: Autores)

ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	COGOLLO	CH PEREIRA	GEOCONSULTAS	VANEGAS	MERLANO	MER	PROMEDIO	DESVIACION
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	\$100.000		\$125.000	\$90.000	\$85.000	\$200.000	\$120.000	\$47.302
2	Determinación de la humedad natural	\$40.000		\$6.050	\$2.000	\$20.000	\$10.000	\$15.610	\$15.184
3	Peso Unitario	\$40.000		\$12.100	\$2.000	\$25.000		\$19.775	\$16.444
4	Gravedad Especifica de agregados Sólidos	\$50.000		\$26.400	\$5.000			\$27.133	\$22.509
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	\$50.000	\$30.000	\$46.200	\$21.000	\$30.000	\$30.000	\$34.533	\$11.137
6	Limites de Atterberg	\$100.000	\$30.000	\$61.600	\$24.000	\$30.000	\$30.000	\$45.933	\$29.703
7	Limites de Contracción	\$50.000		\$30.800		\$70.000		\$50.267	\$19.601
8	Equivalente de Arena	\$60.000	\$60.000	\$82.500		\$35.000	\$65.000	\$60.500	\$16.993
9	Expansión Libre y consolidación			\$352.000	\$200.000	\$150.000	\$155.000	\$214.250	\$94.546
10	Compactación Proctor Estándar	\$50.000	\$60.000	\$60.000		\$50.000	\$50.000	\$54.000	\$5.477
11	Compactación Proctor Modificado	\$50.000	\$60.000	\$60.500	\$80.000	\$60.000	\$50.000	\$60.083	\$10.956
12	CBR Relación de soporte de California	\$250.000	\$450.000	\$330.000	\$120.000	\$250.000	\$195.000	\$265.833	\$113.860
13	Corte Directo CD			\$82.500	\$150.000	\$200.000		\$144.167	\$58.967
14	Resistencia a la compresión inconfiada	\$50.000		\$33.000	\$30.000	\$75.000	\$50.000	\$47.600	\$17.925
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	\$20.000				\$25.000		\$22.500	\$3.536
16	Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	\$50.000		\$44.000		\$50.000		\$48.000	\$3.464
17	Extracción de Asfalto	\$80.000		\$27.500		\$60.000	\$35.000	\$50.625	\$24.012
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	\$25.000	\$75.000	\$38.500		\$40.000	\$35.000	\$42.700	\$18.979
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	\$15.000	\$12.000	\$11.000		\$90.000	\$10.000	\$27.600	\$34.933
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	\$50.000	\$30.000	\$28.000		\$35.000	\$35.000	\$35.600	\$8.620
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	\$10.000	\$11.000	\$8.800		\$20.000	\$10.000	\$11.960	\$4.562
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	\$50.000	\$30.000	\$29.700		\$50.000	\$20.000	\$35.940	\$13.451
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	\$30.000		\$19.800		\$25.000	\$35.000	\$27.450	\$6.533
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.		\$320.000	\$250.000		\$250.000	\$60.000	\$220.000	\$111.654
25	Peso Especifico y Absorción Agregado Fino.	\$50.000	\$60.000	\$69.300		\$60.000	\$40.000	\$55.860	\$11.189
26	Peso Especifico y Absorción Agregado Grueso.	\$50.000	\$60.000	\$60.500		\$60.000	\$40.000	\$54.100	\$9.031
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	\$30.000	\$60.000	\$24.200		\$65.000		\$44.800	\$20.676
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	\$150.000	\$100.000	\$88.000			\$40.000	\$94.500	\$45.177
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	\$30.000		\$24.200		\$65.000		\$39.733	\$22.073
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	\$300.000	\$350.000	\$385.000		\$500.000	\$450.000	\$397.000	\$79.341
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	\$50.000				\$70.000		\$60.000	\$14.142
32	Apiques para vías por ml	\$20.000		\$33.000	\$20.000	\$25.000	\$100.000	\$39.600	\$34.180
33	Supervisión técnica por días			\$385.000	\$50.000	\$85.000		\$173.333	\$184.142
34	Clasificación del suelo USC	\$20.000		\$11.000		\$35.000		\$22.000	\$12.124
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresión		\$11.000	\$9.350				\$10.175	\$1.167
36	CBR de campo			\$770.000		\$650.000	\$135.000	\$518.333	\$337.355
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)			\$203.500		\$250.000		\$226.750	\$32.880
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)			\$605.000		\$600.000	\$450.000	\$551.667	\$88.081
39	Extracción de Núcleos de pavimentos (por núcleo)		\$160.000	\$110.000		\$100.000		\$123.333	\$32.146
40	Densidad de campo con cono y arena	\$20.000	\$40.000	\$25.000	\$22.000		\$30.000	\$27.400	\$7.987
41	Dosificación de agregados						\$50.000	\$50.000	\$0
42	Resistencia a la compresión de cilindros de suelo cemento		\$25.000	\$22.000				\$23.500	\$2.121

4.2.5.5 *Políticas y métodos de fijación de precios.* En esta parte del estudio el objeto de fijación de precios no se puede basar en las metodologías orientadas a las utilidades, ni a las orientadas a las ventas, ya que el primero se identificará cuando se haga el estudio técnico y el segundo no se puede prever ya que el servicio aun no ha salido al mercado. Por



tal motivo se emplean métodos distintos de selección de precios para los servicios ofrecidos basados en los promedios y las desviaciones estándar que tengan los precios altos con relación a los precios bajos y al promedio.

4.2.5.6 *Selección de precios definitivos.* Teniendo en cuenta las políticas de selección de precios y la metodología planteada en la parte anterior, se realizó la tabla de precios cuyos datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16. Lista de precios definitiva de los ensayos. (Fuente: Autores)

ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	PRECIO DEFINITIVO
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	\$ 120.000
2	Determinación de la humedad natural	\$ 15.610
3	Peso Unitario	\$ 19.775
4	Gravedad Específica de agregados Sólidos	\$ 27.133
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	\$ 34.533
6	Limites de Atterberg	\$ 45.933
7	Limites de Contracción	\$ 50.267
8	Equivalente de Arena	\$ 35.000
9	Expansión Libre y consolidación	\$ 214.250
10	Compactación Proctor Estándar	\$ 50.000
11	Compactación Proctor Modificado	\$ 50.000
12	CBR Relación de soporte de California	\$ 265.833
13	Corte Directo CD	\$ 144.167
14	Resistencia a la compresión inconfiada	\$ 47.600
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	\$ 20.000
16	Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	\$ 44.000
17	Extracción de Asfalto	\$ 50.625
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	\$ 42.700
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	\$ 27.600
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	\$ 28.000
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	\$ 11.960
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	\$ 35.940
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	\$ 19.800
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	\$ 220.000
25	Peso Especifico y Absorción Agregado Fino.	\$ 40.000
26	Peso Especifico y Absorción Agregado Grueso.	\$ 40.000
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	\$ 44.800
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	\$ 94.500
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	\$ 39.733
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	\$ 300.000
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	\$ 50.000
32	Apiques para vías por ml	\$ 39.600
33	Supervision tecnica por dias	\$ 173.333
34	Clasificación del suelo USC	\$ 22.000
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresion	\$ 9.350
36	CBR de campo	\$ 518.333
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)	\$ 203.500
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)	\$ 450.000
39	Extracción de Núcleos de pavimentos (por núcleo)	\$ 100.000
40	Densidad de campo con cono y arena	\$ 20.000
41	Dosificación de agregados	\$ 50.000
42	Resistencia a la compresion de cilindros de suelo cemento	\$ 22.000

#### 4.2.6 Estrategias de comercialización

En esta sección se planteará de manera preliminar las estrategias de comercialización seleccionadas, de acuerdo a lo predominante en el sector y de los mecanismos de acceso de los servicios a los clientes, con el fin de tener plenamente identificados los canales de distribución de los servicios y establecer los costos y resultados esperados de estas estrategias.

*4.2.6.1 Segmentación y población objetivo.* Es importante en esta sección aclarar que la población objetivo de este proyecto se basa en todas las obras de ingeniería civil que necesitan de una u otra forma ensayos de laboratorio de suelos y pavimentos para su sistema de control interno, y que no cuenten en ese momento con un laboratorio propio que evalúe esa necesidad.

*4.2.6.2 Estrategias de producto (servicios).* El laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB, centrará sus estrategias del producto, en tratar de ofrecer productos que mejoren los servicios ofrecidos por los laboratorios de la actualidad en la ciudad de Cartagena, servicios que favorezcan el reconocimiento de la empresa y por ende generen la satisfacción necesaria en los clientes y promuevan su posicionamiento en el mercado.

*4.2.6.3 Estrategias de precios.* La empresa brindará a sus clientes precios cómodos y accesibles a los presupuestos de las obras que soliciten los servicios. Tal y como se describe en el Capítulo 6 del Análisis de Precios, INGELAB cuenta con una política de precios y una metodología de selección de estos, conforme a la competencia, que busca encontrar unos precios justos y que el ingeniero director cuente con los servicios en cualquier obra que este maneje.

*4.2.6.4 Estrategias de distribución.* La clave del éxito en las ventas del servicio es tratar de mantener el menor precio posible que llega al consumidor del servicio. Para esto, el margen de comercialización debe ser cero, ó sea que el precio directo del laboratorio debe ser el mismo cobrado a los clientes. Para poder alcanzar este margen, es necesario no

aceptar la inclusión de intermediarios en las negociaciones, con el fin de evitar sobrecostos en los servicios y perder clientes potenciales.

*4.2.6.5 Estrategias de promoción.* La encuesta de oferta demuestra que en el mercado de los laboratorios el factor “contactos” se convierte en la herramienta más importante de todos los medios de promoción, lo que significa que la mayoría de clientes se obtienen penetrando en el medio y haciendo conocer los servicios a través de personas y elementos claves de este mercado. Las estrategias propuestas para la etapa inicial del proyecto se basan, teniendo en cuenta los comentarios anteriores, en lo siguiente:

- Inscripción en las páginas amarillas durante 5 años.
- Creación de una página web.
- Inclusión en las paginas sociales, Facebook y Twitter
- Fabricación de Brochure y presentación de la empresa.
- Inscripción en la sociedad de ingenieros y arquitectos de Bolívar.

*4.2.6.6 Servicio posventa.* El servicio de posventa es la herramienta infalible que propone INGELAB para mantener a sus clientes satisfechos. El compromiso de los proveedores no debe terminar con la venta final del servicio, sino que este perdure con el tiempo.

### *4.3 Estudio de Tamaño*

Para la identificación del tamaño del laboratorio de suelos y pavimentos es necesario remontarse al estudio de mercados en el capítulo de identificación de las ventas en la cual se espera que el mercado al cual INGELAB apunta como meta para cada uno de los años de proyección desde el 2012 a 2016, sea equivalente al incremento anual desde el 10% al 14% respectivamente, de la demanda insatisfecha del mercado en cantidad de obras insatisfechas por el servicio de laboratorios externos.

En la Tabla 17 se presenta para cada tipo de obra el código de los ensayos utilizados y la periodicidad promedio por obra, todo esto para calcular los costos por tipo de obra a precios del 2012, o año en que el servicio salga al mercado y el de interés para este estudio. Cabe destacar que hay ensayos como los números 13, 14, 22, 32, 34, 38 y 41 que no aparecen en esta relación, pero que hacen parte de otros ensayos, por esto es necesario tenerlos en cuenta como carta de servicios ofrecidos por el laboratorio, aunque no hagan parte activa en estos momentos del estudio.

Tabla 17. Ensayos para cada tipo de obra y periodicidad promedio. (Fuente: Autores)

VIAS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	CODIGO ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	28	29	33	36	37	39	40	42
	VECES X OBRA	1	30	1	1	10	10	1	3	1	1	2	2	3	10	10	10	10	10	1	1	1	1	10	2	3	3	1	1	3	30	10
VIVIENDAS	CODIGO ENSAYO	1	2	5	6	11	21	30	31	33	35	39	40																			
	VECES X OBRA	1	5	1	1	1	30	1	1	3	3	3	10																			
INDUSTRIA	CODIGO ENSAYO	1	2	5	6	11	21	30	31	33	36	39	40	42																		
	VECES X OBRA	1	5	1	1	1	30	1	1	3	1	3	20	5																		
COMERCIO	CODIGO ENSAYO	1	2	5	6	11	21	30	31	33	39	40																				
	VECES X OBRA	1	5	1	1	1	30	1	1	3	3	10																				

Con esta información y con los datos extraídos del anexo usado en las encuestas de oferta y demanda, de los ensayos que se realizan se puede calcular la cantidad de procesos que se realizan anualmente, dato que se convierte en el tamaño de operación anual del laboratorio. En la Tabla 18 se observa el tamaño efectivo calculado para cada año de operación desde el 2012 al 2016.

Esta tabla da una idea de que el laboratorio debe contar con políticas de crecimiento escalonado, ya que se espera que el tamaño de la producción para el año 2016 sea de 10.826 ensayos. Por tal motivo y teniendo en cuenta el tipo de proyecto, y que la mayor parte de la inversión se hará a la hora de adquirir los equipos, se toma la decisión de adoptar la cifra de 11.000 ensayos anuales para el cálculo del proceso de compra de equipos y adquisición de tecnología y para la selección del lugar de emplazamiento del proyecto, pero se tomará la cifra de 6.000 ensayos anuales para los análisis de recursos humanos, materia prima, insumos y gastos iniciales del proyecto.

Tabla 18. Tamaño efectivo para cada año de operación 2012-2016. (Fuente: Autores)

ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	AÑOS	VECES POR OBRA				NUMERO DE ENSAYOS AL AÑO				
			Vías y MT	Vivienda	Industria	Comercio					
		2012	23	10	3	3	2012	2013	2014	2015	2016
		2013	30	13	4	4					
		2014	39	18	5	5					
2015	41	19	6	6							
2016	46	21	6	6							
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	1	1	1	1	39	51	68	72	80	
2	Determinación de la humedad natural	30	5	5	5	759	997	1320	1394	1551	
3	Peso Unitario	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
4	Gravedad Específica de agregados Sólidos	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	10	1	1	1	242	318	421	445	495	
6	Límites de Atterberg	10	1	1	1	242	318	421	445	495	
7	Límites de Contracción	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
8	Equivalente de Arena	3	0	0	0	68	89	118	124	138	
9	Expansión Libre y consolidación	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
10	Compactación Proctor Estándar	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
11	Compactación Proctor Modificado	2	1	1	1	61	81	107	113	126	
12	CBR Relación de soporte de California	2	0	0	0	45	59	79	83	92	
13	Corte Directo CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	Resistencia a la compresión confinada	1	1	1	1	39	51	68	72	80	
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	3	0	0	0	68	89	118	124	138	
16	Peso Específico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	10	0	0	0	226	297	393	415	461	
17	Extracción de Asfalto	10	0	0	0	226	297	393	415	461	
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato M	10	0	0	0	226	297	393	415	461	
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a lo	10	0	0	0	226	297	393	415	461	
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezcla	10	0	0	0	226	297	393	415	461	
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	0	30	30	30	490	644	853	901	1002	
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	1	1	1	1	39	51	68	72	80	
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
25	Peso Específico y Absorción Agregado Fino.	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
26	Peso Específico y Absorción Agregado Grueso.	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	10	0	0	0	226	297	393	415	461	
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	2	0	0	0	45	59	79	83	92	
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	3	0	0	0	68	89	118	124	138	
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	0	1	1	1	16	21	28	30	33	
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	0	1	1	1	16	21	28	30	33	
32	Apiques para vías por ml	1	1	1	1	39	51	68	72	80	
33	Supervisión técnica por días	3	3	3	3	117	153	203	215	239	
34	Clasificación del suelo USC	1	1	1	1	39	51	68	72	80	
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresión	0	3	0	0	30	40	53	56	62	
36	CBR de campo	1	0	1	0	26	34	45	47	52	
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)	1	0	0	0	23	30	39	41	46	
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	Extracción de Núcleos de pavimentos (por núcleo)	3	3	3	3	117	153	203	215	239	
40	Densidad de campo con cono y arena	30	10	20	10	871	1146	1516	1602	1781	
41	Dosificación de agregados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	Resistencia a la compresión de cilindros de suelo cemento	10	0	5	0	241	317	420	443	493	
<b>TOTALES DE ENSAYOS REALIZADOS CADA AÑO EN EL LABORATORIO</b>						<b>5296</b>	<b>6964</b>	<b>9214</b>	<b>9734</b>	<b>10826</b>	

#### 4.4 Estudio de Localización

El proyecto se sitúa según la investigación del estudio de mercados, en el país de Colombia, más exactamente en la costa norte Colombiana, debido a la identificación de la necesidad de la zona en cuanto a falta de laboratorios de esta naturaleza, y con el fin de

aprovechar el potencial expansivo en materia de infraestructura en esta región del país. Se ha identificado el departamento de Bolívar en el mismo estudio como un punto de desarrollo económico exponencial, debido a su excelente posición estratégica y geográfica, convirtiéndose en una zona de alto desarrollo en cuanto a vías, viviendas, industria y comercio, además de las fuentes turísticas y hoteleras, materia prima para la ejecución de proyectos de construcción y por ende foco de alternativas de trabajo para el laboratorio de suelos y pavimentos. Para la selección de la ubicación y el emplazamiento del proyecto definitivo se desarrolla a continuación un análisis de macrolocalización y de microlocalización respectivamente, y de esta forma seleccionar la mejor opción de desarrollo locativo del proyecto.

#### 4.4.1 Macrolocalización

Para el análisis de la macrolocalización y por ende de la ubicación del laboratorio, se escogieron tres posibles zonas en el departamento que cumplen las características que concibió el estudio de mercado, las cuales consistían especialmente en la cercanía a proyectos de infraestructura vial, movimientos de tierras, desarrollo de viviendas, comercio e industria, y que las condiciones de accesibilidad fueran permisivas para el desarrollo de los procesos. Las zonas escogidas fueron la ciudad de Cartagena, el municipio de Turbaco y la zona industrial de Mamonal.

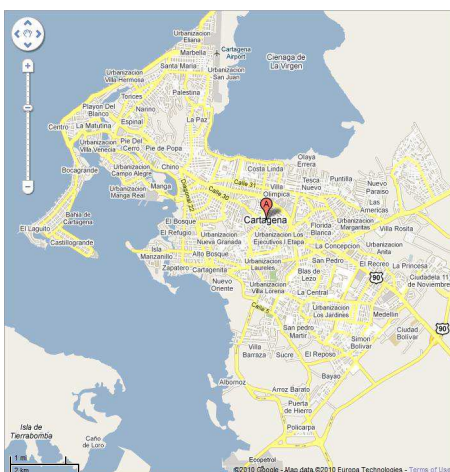


Figura 4. Ciudad de Cartagena de Indias.



Figura 5. Zona Industrial de Mamonal.



Figura 6. Municipio de Turbaco – Bolívar.

En la Tabla 19, se presenta el análisis de factores según cada una de las posibles ubicaciones del proyecto y elaborando un balance por pesos porcentuales, en el cual se busca encontrar la mejor opción teniendo en cuenta los pesos asignados anteriormente.

Como se nota en el análisis, la mejor localización del proyecto, teniendo en cuenta los factores determinantes asignados, es la ciudad de Cartagena con un porcentaje ganado de 84,5%, contra un 78,5% de la zona de mamonal y un 65% del municipio de Turbaco. Por tal motivo se concluye que la mejor ubicación del laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB es la ciudad de Cartagena en el departamento de Bolívar.

Tabla 19. Análisis de factores determinantes para la macrolocalización del proyecto.  
(Fuente: Autores)

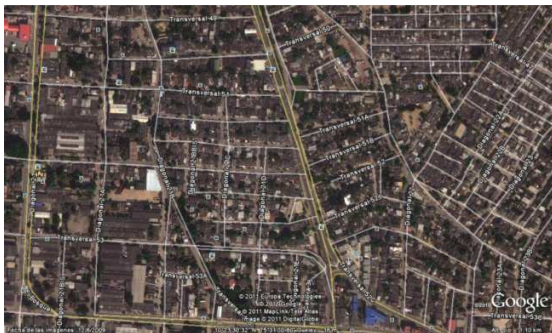
ITEM	FACTOR	% IMPORTANCIA	CARTAGENA		TURBACO		MAMONAL	
			PUNTUACION	% GANADO	PUNTUACION	% GANADO	PUNTUACION	% GANADO
1	Localización del mercado de consumo	15	9	13,5	7	10,5	8	12
2	Fuentes de materias primas e insumos	5	9	4,5	6	3	6	3
3	Disponibilidad de mano de obra	5	9	4,5	9	4,5	6	3
4	Facilidades de transporte	10	8	8	7	7	6	6
5	Fuentes de suministro de agua	10	9	9	5	5	9	9
6	Disponibilidad de energía eléctrica y combustible	10	9	9	7	7	9	9
7	Disposiciones legales, fiscales o de política económica	5	6	3	9	4,5	9	4,5
8	Servicios públicos diversos	10	9	9	4	4	9	9
9	Condiciones climáticas	5	7	3,5	9	4,5	8	4
10	Preservación del medio ambiente	5	5	2,5	8	4	8	4
11	Cercanía a facultad de ingeniería	10	10	10	4	4	6	6
12	Desarrollo regional	10	8	8	7	7	9	9
<b>TOTALES</b>		<b>100</b>		<b>84,5</b>		<b>65</b>		<b>78,5</b>

#### 4.4.2 Microlocalización

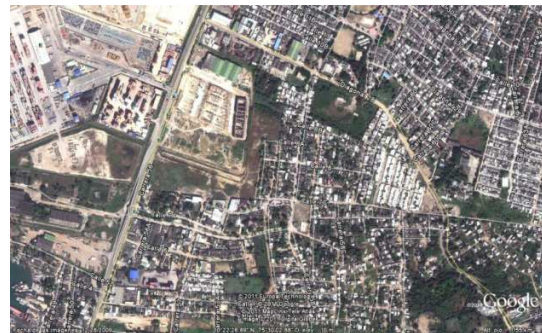
Una vez definida la zona o población de localización, se determina el terreno conveniente para la ubicación definitiva del proyecto. Para esta parte del estudio se debe tener en cuenta que INGELAB será ubicado en una casa de un área que se preste para acondicionar los servicios de la empresa. Por tal motivo se emplazará el proyecto en una vivienda en calidad de arriendo, en una zona de uso mixto según el POT de Cartagena. Cabe explicar que se manejará de esta forma debido a que el funcionamiento de los laboratorios de la competencia es de forma similar, y la idea es entrar al mercado con una baja inversión inicial que justifique la compra de equipos.

Para la localización del emplazamiento se tuvo en cuenta los barrios dentro de la ciudad de Cartagena que estén considerados dentro de las zonas de uso mixto, ósea tanto residencial como comercial, y en las zonas del sur de la ciudad que se consideran con un nivel de vida relativamente bajo. Por las anteriores razones se escogieron para el análisis los barrios de Alto Bosque, Ternera y Bellavista (Entre Mamonal y el Campestre), barrios que por sus características propias, contienen casas que se pueden acondicionar para la colocación del laboratorio.

En la Tabla 20, se presenta el análisis de factores según cada una de las posibles ubicaciones del proyecto y elaborando un balance por pesos porcentuales, en el cual se busca encontrar la mejor opción teniendo en cuenta los pesos asignados anteriormente.



*Figura 7. Barrio Alto Bosque.*



*Figura 8. Barrio Bellavista – Campestre.*



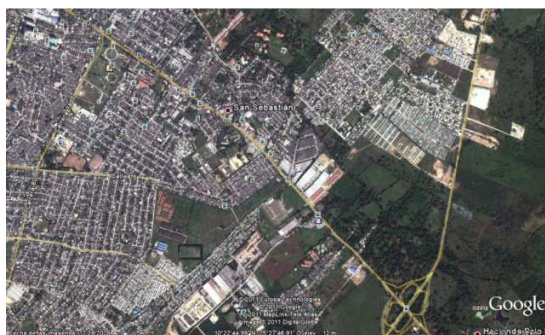


Figura 9. Barrio Ternera.

Tabla 20. Análisis de factores determinantes para la microlocalización del proyecto.

(Fuente: Autores)

ITEM	FACTOR	% IMPORTANCIA	ALTO BOSQUE		TERNERA		BELLAVISTA	
			PUNTUACION	% GANADO	PUNTUACION	% GANADO	PUNTUACION	% GANADO
1	Superficie disponible de casas y locales	15	8	12	10	15	9	13,5
2	Topografía	5	7	3,5	8	4	8	4
3	Mecánica de suelos	5	8	4	7	3,5	7	3,5
4	Costo de arrendamiento	15	8	12	7	10,5	9	13,5
5	Proximidad de vías de comunicación	10	8	8	5	5	9	9
6	Proximidad de servicios públicos	10	9	9	9	9	7	7
7	Transporte urbano y suburbano	5	8	4	9	4,5	7	3,5
8	Cercanía de la competencia	10	6	6	7	7	10	10
9	Zona mixta según POT	10	7	7	8	8	9	9
10	Futuros desarrollos	5	6	3	9	4,5	8	4
11	Costo de servicios por estrato	10	6	6	7	7	8	8
<b>TOTALES</b>		<b>100</b>		<b>74,5</b>		<b>78</b>		<b>85</b>

Luego de analizar cada una de las opciones y calificando cada uno de los factores teniendo en cuenta los sectores, se llegó al resultado de que el barrio Bellavista (Campestre) tiene un puntaje de 85%, el barrio Ternera una puntuación de 78% y el barrio Alto Bosque un puntaje de 74,5%. En conclusión se toma como primera opción el barrio Bellavista (Campestre) como primera alternativa para el emplazamiento.

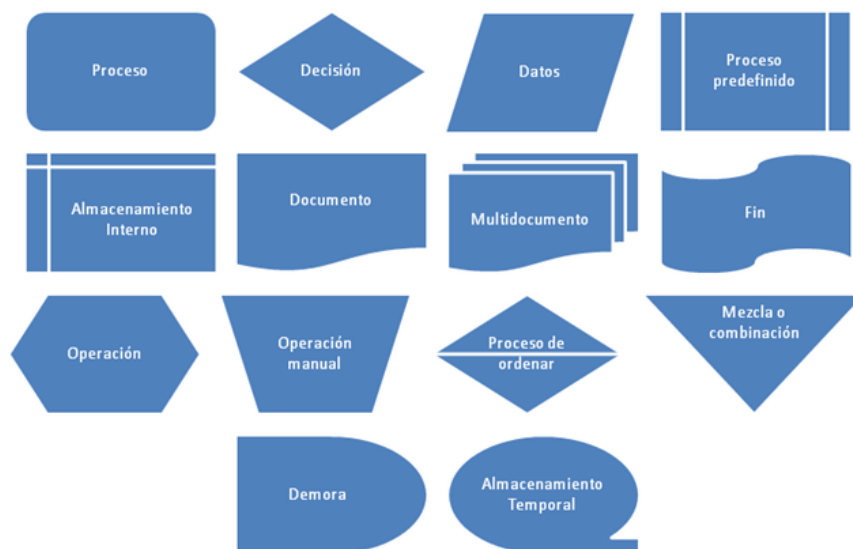
#### 4.5 Estudio de Ingeniería del Proyecto

##### 4.5.1 Descripción del proceso productivo

El laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB, tiene como objeto de producción la realización de ensayos de laboratorio, asesorías y consultorías de obras de ingeniería en cuanto a la calidad de los materiales se refiere, con el fin de mostrar las soluciones a los problemas que se presentan en el desarrollo de los procesos constructivos.

Teniendo en cuenta la tabla resumen de servicios ofrecidos por la empresa (Tabla 16), más adelante se plantearán y se explicarán brevemente el desarrollo de cada uno de estos servicios, aclarando sin embargo que la realización de cada uno de estos procesos debe estar ceñido a la normatividad vigente en Colombia para este tipo de ensayos, lo cual corresponde a las Normas Técnicas de Ensayos de Laboratorio del Instituto Nacional de Vías de Colombia para el año 2007, o como se denominará en este documento INVIAS 2007, motivo por el cual solo se planteará el procedimiento general de los procesos y los demás se acoplarán a las normas especificadas.

*4.5.1.1 Proceso general del servicio.* Teniendo en cuenta la explicación dada en la parte introductoria de esta sección, se nota que el proceso productivo del proyecto se basa primordialmente en la recepción de muestras, la realización de un determinado ensayo y la entrega de resultados. Para la elaboración de los esquemas de proceso, se tuvo en cuenta la metodología de los diagramas de flujo, donde cada símbolo significa un subproceso dentro del diagrama, y su significado se presenta en la Figura 10.



*Figura 10.* Simbología de los diagramas de flujo. (Fuente: Autores)

La parte macro de los procesos productivos es el proceso general de servicios, en el cual para la elaboración de cualquier laboratorio completo se debe realizar los siguientes pasos:

- **Orden de servicio:** Para la ejecución de cualquier tipo de servicio del laboratorio, el cliente deberá contactar a la oficina administrativa y esta a su vez le entregará la cotización del trabajo, donde se generará una orden de servicio que será entregada a la administración, con la cual se da inicio al proceso.
- **Recepción de la muestra:** En la parte de materias primas e insumos se explicará la recepción de las muestras para cada tipo de ensayo, pero en esta parte del proceso el jefe de laboratorio recibe las muestras y las coloca en el depósito temporal.
- **Codificación de la muestra:** En el laboratorio cada muestra tendrá una codificación interna que estará amarrada con la orden de servicio y los resultados, esto para certificar que los resultados no se extravíen o cambien a lo largo del proceso. Además se indicará fecha de recepción, nombre del cliente, obra, servicio, etc.
- **Preparación y cuarteo:** Corresponde al subproceso 0, con el cual comienza la realización de cada ensayo, y consiste en la preparación de la muestra para que encaje con la normatividad.
- **Proceso de ensayo:** Corresponde a un proceso predefinido, ya que en esta parte entran la mayoría de los subprocesos que se indicarán a continuación.
- **Digitación y redacción del informe:** El ingeniero auxiliar recibe los resultados de cada proceso de ensayo y los digita en los formatos del sistema, además de realizar la redacción del informe, con las recomendaciones y conclusiones.
- **Facturación:** Cada servicio debe ser facturado para la terminación del proceso contable.
- **Entrega:** Corresponde a la entrega del informe al cliente.

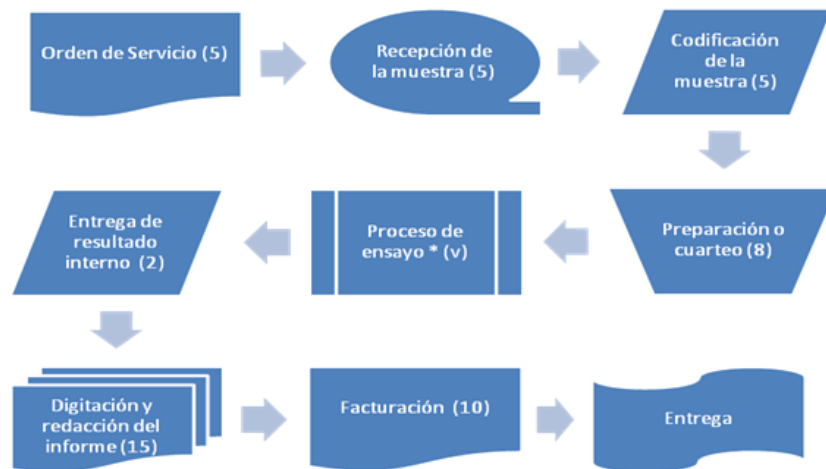


Figura 11. Proceso general de servicios. (Fuente: Autores)

4.5.1.2 *Procesos de ensayos.* Partiendo de la base del proceso general de servicios, se observa en la mitad un proceso predefinido, de duración variable (v) con respecto a las otras duraciones (#), el cual corresponde a cualquier ensayo o procedimiento de servicio con los que cuenta el laboratorio de suelos y pavimentos. La idea es que en este punto se inserten los subprocesos que conforman la carta de servicios del laboratorio, teniendo en cuenta que hay también subprocesos que entran o salen del proceso general y trabajan como sistemas independientes. Estos análisis de procesos y el análisis de sus tiempos se encuentran en el Anexo 6.

#### 4.5.2 *Tecnología y equipos*

En este capítulo se busca encontrar, identificar y describir toda la tecnología y equipo necesario para el correcto funcionamiento de la parte productiva del laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB, así como también todas las herramientas y equipos accesorios y misceláneos que se solicitan en cada una de las normatividades y descritas en cada uno de los ensayos, como las especificaciones y normas INVIAS 2007. En función a estas normas de ensayos planteadas anteriormente, se realizó una tabla o matriz de identificación de equipos o tecnología necesaria y sus respectivos equipos accesorios necesarios para el buen desarrollo del ensayo. En esta matriz y señalados con un color de referencia se pueden observar todos los equipos e implementos requeridos para el proyecto,

resaltando que hay muchos que se repiten y por supuesto estos no se identifican con color, con el objeto de no caer en errores, pero observando su repetitividad con el fin de la adquisición de una cantidad superior, todo esto con el fin de planear de la mejor forma las adquisiciones.

La matriz muestra todo el equipo necesario para el correcto desarrollo de las operaciones y los procesos descritos en el aparte anterior, por tal motivo se envió un listado tipo del equipo y tecnología requerida a las dos empresas de distribución de equipos de laboratorio de suelos y pavimentos certificadas en Colombia que son PINZUAR y DIRIMPEX.

Tabla 21. Matriz de equipo y tecnología necesarios por ensayo. (Fuente: Autores)

ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	NORMA	EQUIPO Y TECNOLOGIA NECESARIOS POR ENSAYO								
			MAQUINARIA Y EQUIPO				ACCESORIOS				
0	Preparacion y cuarteo	INVE-104-07						Regla enrasadora	Pala	Palustre	Escoba
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	INVE-101 y 111-07	Equipo de perforacion	Tuberia	Muestreador de tubo partido			Recipiente muestras	Cinta metrica	Paladruga	
2	Determinación de la humedad natural	INVE-122, 135, 150-07	Horno	Balanza (2kg-0,01g)	Balanza (5kg-0,1g)	Recipientes pequeños.		Recipientes metalicos	Guantes	Espatula	Cuchillo
3	Peso Unitario	INVE-136-07	Molde estandar	Martillo estandar	Horno	Balanza (10kg-1g)		Embudo	Regla enrasadora		
			Tamiz No4	Calibrador							
4	Gravedad Especifica de agregados Sólidos	INVE-128-07	Picnometro 250cc	Bomba vacio	Mechero Bunsen	Horno		Embudo	Brocha		
			Balanza (2kg-0,01g)	Pipeta	Tamiz No4	Termometro (0,1C)					
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	INVE-123-07	Balanza (2kg-0,01g)	Balanza (5kg-0,1g)	Serie de Tamices completa	Horno		Recipientes metalicos	Brocha		
6	Límites de Atterberg	INVE-125, 126 07	Casuela casagrande	Ranurador	Balanza (0,1kg-0,01g)	Horno		Espatula	Recipientes metalicos		
			Equipo limite plastico	Tamiz No40	Calibrador						
7	Límites de Contracción	INVE-127-07	Equipo de contracion	Probeta	Balanza (2kg-0,01g)	Horno		Guantes caucho	Regla enrasadora	Recipientes metalicos	
8	Equivalente de Arena	INVE-133-07	Equipo de equivalente	Horno				Embudo	Cronometro		
9	Expansión Libre y consolidación	INVE-151-07	Consolidometro	Balanza (5kg-0,1g)	Horno	Deformimetro (0,0001")		Cuchillo	Cronometro	Espatula	Recipientes metalicos
10	Compactación Proctor Estándar	INVE-141-07	Molde estandar	Martillo estandar	Gato 20t	Balanza (20kg-5g)		Regla enrasadora	Espatula	Recipientes metalicos	
			Balanza (2kg-0,01g)	Horno	Tamiz 2", 3/4" y No4						
11	Compactación Proctor Modificado	INVE-142-07	Molde modificado	Martillo Modificado	Gato 20t	Balanza (20kg-5g)		Regla enrasadora	Espatula	Recipientes metalicos	
			Balanza (2kg-0,01g)	Horno	Tamiz 2", 3/4" y No4						
12	CBR Relación de soporte de California	INVE-148-07	Prensa CBR	Moldes CBR (Modificado)	Discos espaciadores	Martillo modificado		Estanque de agua	Espatula	Recipientes metalicos	Regla enrasadora
			Tripode expansion	Sobrecargasx5	Piston de penetracion	Deformimetro (0,001")x2					
			Horno	Balanza (20kg-5g)	Balanza (5kg-0,1g)	Tamiz 3/4" y No4					
14	Resistencia a la compresión inconfínada	INVE-152-07	Prensa compresion inconfínada	Gato 20t	Balanza (5kg-0,1g)	Horno		Regla enrasadora	Cronometro	Cuchillo	

EQUIPO Y TECNOLOGIA NECESARIOS POR ENSAYO										
ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	NORMA	MAQUINARIA Y EQUIPO				ACCESORIOS			
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	INVE-411-07	Maquina compresion	Equipo Complementario	Cilindros de concreto	Varilla compactacion	Estanque de agua	Mona de caucho		
16	Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	INVE-733-07	Balanza (5kg-0,1g)	Estufa electrica	Calibrador		Recipiente plastico	Recipientes metalicos		
17	Extracción de Asfalto		Extractor centrifugo	Filtros	Balanza (5kg-0,1g)		Espatula	Cuchillo	Recipientes metalicos	Guantes caucho
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	INVE-748-07	Estufa electrica	Moldes Marshall	Martillo Marshall	Pedestal de compactacion	Guantes	Palustre	Bandeja metalica	Tizas
			Gato 20t	Prensa Marshall	Mordazas	Horno				
			Baño de maria	Balanza (5kg-0,1g)	Deformimetro (0,01")	Termometro (5C)				
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	INVE-414-07	Maquina compresion	Equipo Complementario	Moldes de viguetas		Estanque de agua			
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas		Balanza (2kg-0,01g)	Balanza (5kg-0,1g)	Serie de Tamices completa	Estufa electrica	Recipientes metalicos	Brocha	Cuchillo	Bandeja metalica
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	INVE-410-07	Maquina compresion	Equipo Complementario	Cono slump		Estanque de agua			
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	INVE-213-07	Balanza (2kg-0,01g)	Balanza (5kg-0,1g)	Serie de Tamices completa	Horno	Recipientes metalicos	Brocha		
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	INVE-217-07	Balanza (5kg-0,1g)	Varilla compactadora	Molde modificado	Calibrador	Regla enrasadora	Palustre		
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	INVE-220-07	Serie de Tamices completa	Balanza (5kg-0,1g)	Horno	Termometro (0,1C) y vidrio	Recipientes plasticos			
25	Peso Especifico y Absorción Agregado Fino.	INVE-222-07	Balanza (5kg-0,1g)	Picnometro 500cc	Molde y pison de ensayo	Horno	Recipientes metalicos	Palustre		
26	Peso Especifico y Absorción Agregado Grueso.	INVE-223-07	Balanza (5kg-0,1g)	Canastilla metalica	Tamiz No4	Horno	Recipiente plastico	Palustre		
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	INVE-227-07	Balanza (5kg-0,1g)	Serie de Tamices completa			Espatula			
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	INVE-218-07	Balanza (5kg-0,1g)	Horno	Serie de Tamices completa	Maquina de los angeles y carga abrasiva	Palustre	Recipientes metalicos	Bandeja metalica	
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	INVE-230-07	Plantilla alargamiento	Plantilla aplanamiento	Serie de Tamices completa	Balanza (5kg-0,1g)	Recipientes metalicos	Bandeja metalica	Espatula	
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)									
31	Compresión simple en Núcleos de concreto		Maquina compresion	Equipo Complementario	Calibrador		Estanque de agua	Cinta metrica	Pulidora	
32	Apiques para vias por ml						Recipiente muestras	Cinta metrica	Paladruga	Pala
33	Supervision tecnica por dias									
34	Clasificacion del suelo USC									
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresion		Maquina compresion	Equipo Complementario	Balanza (20kg-5g)	Calibrador	Estanque de agua	Cinta metrica		
36	CBR de campo	INVE-169-07	Gato de tornillo 6t	Celda de carga de 1 y 2,5t	Piston de penetracion	Adaptador piston	Recipientes metalicos	Espatula	Regla enrasadora	Pala
			Deformimetro (0,001")x2	Soporte deformimetro	Placa de carga y sobrecarga	Gato 20tx2				
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)									
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)									
39	Extracción de Núcleos de pavimentos (por nucleo)		Extractor de nucleo	Broca 4"	Calibrador		Estanque de agua	Cinta metrica	Tizas	
40	Densidad de campo con cono y arena	INVE-161-07	Aparato de cono y arena	Balanza (20kg-5g)	Humedometro	Tamiz No4	Martillo	Cinzel	Cucharas	Buggy
41	Dosificación de agregados									
42	Resistencia a la compresion de cilindros de suelo cemento	INVE-809-07	Maquina compresion	Equipo Complementario	Molde estandar	Martillo estandar	Cuchillo	Espatula		

El listado de equipos y tecnología necesarios consta de 67 ítems, cada uno con su descripción, unidad de medida y cantidad, teniendo en cuenta lo citado acerca de la repetitividad y las capacidades. Las dos empresas, PINZUAR y DIRIMPEX devolvieron las cotizaciones con sus respectivas referencias, descripciones y precios de sus productos. A continuación se muestra la tabla comparativa de cada uno de los equipos.

Tabla 22. Cotización de equipos y tecnología. (Fuente: Autores)

COTIZACION DE EQUIPOS Y TECNOLOGIA DEL LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS INGELAB										
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PINZLAR LTDA		DIRIMPEX		EQ SELECCIONADO		VALOR PARCIAL CON IVA
				REF	VALOR	REF	VALOR	REF	VALOR	
MAQUINARIA Y EQUIPOS										
1	Trípode de perforación completo	und	1	P378	\$ 6.300.000	SPO18	\$ 31.616.400	P378	\$ 6.300.000	\$ 7.340.400
2	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2"	und	1	P370-738	\$ 470.000	SPOC18-2	\$ 90.000	SPOC18-2	\$ 90.000	\$ 104.400
3	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2 1/2"	und	1	P371-732	\$ 353.000	SPOC18-2.5	\$ 100.700	SPOC18-2.5	\$ 100.700	\$ 116.812
4	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 3"	und	1	P372-731	\$ 300.000	SPOC18-3	\$ 105.700	SPOC18-3	\$ 105.700	\$ 122.612
5	Tubos de perforación y uniones 20ml	g/b	1	P368	\$ 3.600.000			P368	\$ 3.600.000	\$ 4.176.000
6	Horno de 0 a 300°C	und	1	P31903	\$ 3.900.000	H30128	\$ 2.698.000	H30128	\$ 2.698.000	\$ 3.129.680
7	Balanza digital de 2kg x 0,1g	und	1			HE-4820	\$ 1.551.400	HE-4820	\$ 1.551.400	\$ 1.799.624
8	Balanza de 4kg x 0,1g	und	1	SP4001	\$ 1.400.000	SP4001	\$ 1.521.400	SP4001	\$ 1.400.000	\$ 1.624.000
9	Recipientes pequeños de humedad	und	10	P361	\$ 3.500	LT20	\$ 4.700	LT20	\$ 4.700	\$ 54.520
10	Moldes proctor estándar	und	3	P33	\$ 130.000	CN403	\$ 70.000	CN403	\$ 70.000	\$ 248.600
11	Martillo estándar	und	3	P36	\$ 110.000	CN403	\$ 123.000	CN403	\$ 123.000	\$ 435.000
12	Balanza de 30kg x 0,1g	und	1			H84338AV/B	\$ 1.679.250	H84338AV/B	\$ 1.679.250	\$ 1.948.290
13	Calibrador pla de ray electrónico	und	1	P32081	\$ 130.000	H-2816	\$ 378.000	P32081	\$ 130.000	\$ 174.000
14	Picnómetro de 250ml	und	1	P36	\$ 65.000	61319923	\$ 55.000	61319923	\$ 55.000	\$ 66.800
15	Bomba de vacío 300mm Hg	und	1	P466	\$ 2.990.000	28-WF2001/Z	\$ 1.512.000	28-WF2001/Z	\$ 1.512.000	\$ 1.738.900
16	Mechero Bunsen	und	1	P374	\$ 51.000	LT-105	\$ 58.300	P374	\$ 51.000	\$ 59.160
17	Pipeta 20ML	und	1	P320C	\$ 24.000	6336170	\$ 16.200	6336170	\$ 16.200	\$ 18.792
18	Termómetro de 0,1°C de precisión	und	1			MA-118	\$ 98.800	MA-118	\$ 98.800	\$ 114.608
19	Juego de Tamices de #200 a #3' con fondo	Juego	1	CTC84	\$ 2.156.000	650005	\$ 2.187.000	650005	\$ 2.187.000	\$ 2.536.900
20	Tamiz 200 para lavado de muestras	und	1	P343	\$ 98.000	800020/NP	\$ 121.400	P343	\$ 98.000	\$ 113.680
21	Equipo de desagüe completo UL	und	1	P311-90	\$ 990.000	227030-CL218A	\$ 743.800	P311-90	\$ 990.000	\$ 800.400
22	Planador Casagrande	und	1	DDP390	\$ 90.000	CU-218A	\$ 90.000	DDP390	\$ 90.000	\$ 104.400
23	Balanza de 400g x 0,05g	und	1	DD8400	\$ 1.400.000	SP402	\$ 1.521.400	DD8400	\$ 1.400.000	\$ 1.624.000
24	Equipo para límite plástico completo	und	1	P314	\$ 180.000	CU251	\$ 132.400	CU251	\$ 132.400	\$ 159.584
25	Equipo de contracción	und	1	P3-36	\$ 323.000	H-4234	\$ 387.800	P3-36	\$ 323.000	\$ 374.680
26	Probeta	und	1	P321	\$ 38.000			P321	\$ 38.000	\$ 44.080
27	Equipo de equivalente de arena	und	1	P37	\$ 750.000	477030C	\$ 1.603.400	P37	\$ 750.000	\$ 870.000
28	Equipo para consolidación y expansión	und	1	P3-30-1	\$ 1.323.000			P3-30-1	\$ 1.323.000	\$ 1.534.680
29	Cabo de 20 ton	und	2						\$ 48.000	\$ 104.400
30	Dial de deformación de 0,0001"	und	1	CO782	\$ 340.000			CO782	\$ 340.000	\$ 394.400
31	Balanza tol de 5g (20kg) Electrónica	und	1	8207	\$ 1.280.000	731P20	\$ 1.714.300	8207	\$ 1.280.000	\$ 1.484.800
32	Moldes proctor modificado	und	6	P33	\$ 130.000	CN404	\$ 100.000	CN404	\$ 100.000	\$ 696.000
33	Martillo modificado	und	1	P34	\$ 120.000	CN403	\$ 200.000	CN403	\$ 200.000	\$ 232.000
34	Preso de compresión CBR, Marshall, Inconfínada	und	1	P327	\$ 8.960.000	TOLC107-627100	\$ 13.529.900	P327	\$ 8.960.000	\$ 10.362.000
35	Disco espaciadores CBR	und	3	P320	\$ 144.000	CN-395	\$ 100.000	CN-395	\$ 100.000	\$ 348.000
36	Sobres de gas metálicos CBR	und	15	P3161	\$ 438.000	CN357	\$ 47.700	CN357	\$ 47.700	\$ 629.980
37	Trípode para expansión CBR	und	1	P31	\$ 38.000	H4158	\$ 171.900	P31	\$ 38.000	\$ 67.280
38	Piston de penetración CBR y extensiones	und	1	P3120	\$ 38.000	SM1017	\$ 239.900	P3120	\$ 38.000	\$ 44.080
39	Dial de deformación de 0,001"	und	2			H4158-1	\$ 330.240	H4158-1	\$ 330.240	\$ 766.152
40	Maquina compresión de cilindros y vigas concreto	und	1	PC42-105	\$ 13.480.000	CT1303	\$ 23.500.000	PC42-105	\$ 13.480.000	\$ 15.636.800
41	Molda cilindros de concreto	und	30	PC127	\$ 68.000	CT5	\$ 99.800	PC127	\$ 68.000	\$ 2.366.400
42	Vanilla de compactación	und	1	PC1481	\$ 15.000	CT21	\$ 21.000	PC1481	\$ 15.000	\$ 17.400
43	Estufa gas	und	1						\$ 80.000	\$ 92.800
44	Centrífuga para extracciones con filtros	und	1	PA79	\$ 3.300.000	H-1484	\$ 12.604.000	PA79	\$ 3.300.000	\$ 3.828.000
45	Moldes Marshall	und	3			H-1341	\$ 89.000	H-1341	\$ 89.000	\$ 309.720
46	Martillo Marshall	und	1	PA-75	\$ 123.000	H-1336D	\$ 143.000	H-1336D	\$ 143.000	\$ 165.880
47	pedestal de compactación	und	1			H-1348	\$ 234.600	H-1348	\$ 234.600	\$ 285.336
48	Baño de mana	und	1	PA77	\$ 980.000	H-1394	\$ 3.094.000	PA77	\$ 980.000	\$ 1.136.800
49	Dial de deformación de 0,01"	und	1	CO780	\$ 290.000	H3344M	\$ 649.000	CO780	\$ 290.000	\$ 290.000
50	Termómetro de SRC de precisión a 300°C	und	1	CO1611	\$ 60.000			CO1611	\$ 60.000	\$ 69.600
51	Molda vigas de concreto	und	10	PC1181	\$ 120.000	CT-81	\$ 220.000	PC1181	\$ 120.000	\$ 1.670.400
52	Equipo de asentamiento concreto	und	1	PC1102-1481	\$ 85.000	CT-88	\$ 104.300	PC1102-1481	\$ 85.000	\$ 98.600
53	Termómetro de ZRC de vidrio	und	1	P322	\$ 30.000			P322	\$ 30.000	\$ 34.800
54	Picnómetro de 300ml	und	1	P34	\$ 87.900	130.134.08	\$ 67.000		\$ 67.000	\$ 77.720
55	Equipo de gravedad y absorción agua gelados finos	und	1	P38	\$ 60.000			P38	\$ 60.000	\$ 69.600
56	Canastilla metálica gravitacionales	und	1	P312	\$ 80.000	H-3871	\$ 293.000	P312	\$ 80.000	\$ 92.800
57	Maquina de los angeles	und	1	PC117	\$ 6.380.000	48-00800/N	\$ 9.000.000	PC117	\$ 6.380.000	\$ 7.632.800
58	Plantilla alargamiento	und	1	PC130	\$ 130.000	CBPA41	\$ 180.000	PC130	\$ 130.000	\$ 290.000
59	Plantilla aplastamiento	und	1	PC131	\$ 130.000	CBPA42	\$ 187.000	PC131	\$ 130.000	\$ 174.000
60	Cabo de tornillo de 8"	und	1						\$ 92.000	\$ 106.720
61	Celda de carga de 1 ton	und	1	CO718	\$ 350.000	HVA-1300.020	\$ 1.133.400	CO718	\$ 350.000	\$ 406.000
62	Celda de carga de 2,5 ton	und	1	CO2608	\$ 420.000			CO2608	\$ 420.000	\$ 487.200
63	Soporte para dial	und	2	P3142	\$ 32.000	H470	\$ 230.200	P3142	\$ 32.000	\$ 74.240
64	Extractor de nucleos	und	1	P489-3	\$ 7.055.000	4096/4120/120	\$ 9.219.200	P489-3	\$ 7.055.000	\$ 8.165.800
65	Equipo con y arena	und	1	P312	\$ 133.000	CN9923	\$ 211.000	P312	\$ 133.000	\$ 339.600
66	Hu madómetro (Seedy)	und	1	P313	\$ 2.100.000	MC-321N	\$ 2.400.000	P313	\$ 2.100.000	\$ 2.436.000
67	Sandija metálica	und	1	P3285	\$ 62.000	CT-58A	\$ 82.400	P3285	\$ 62.000	\$ 71.920
INVERSION TOTAL DE EQUIPOS Y TECNOLOGIA (IVA INCLUIDO)										\$ 89.494.275

4.5.2.1 *Descripción equipos seleccionados.* En esta parte del capítulo se describen cada uno de los equipos o tecnologías de laboratorio seleccionadas, además de indicar cada una de las características físicas, mecánicas y eléctricas de cada uno. Además se explica el porqué de su escogencia y las dimensiones de cada equipo, las cuales serán el dato de entrada inicial para la parte de distribución en planta. Los criterios de selección se basan en la tendencia a seleccionar el menor precio en equipos y dispositivos con poca tecnología, y de seleccionar los equipos de DIRIMPEX (HUMBOLDT), cuando se trate de equipos especializados de mucho uso. Todos los equipos seleccionados se describen en el Anexo 7, con imágenes y referencias exactas de los equipos.

4.5.2.2 *Herramientas y accesorios.* Para la ejecución de los ensayos de laboratorio y para el perfecto funcionamiento de los procesos se ha hecho una selección de herramientas y accesorios adicionales que ayudan a la correcta ejecución de los laboratorios, las cuales se detallan en la Tabla 23, donde se indican el tipo de herramienta o accesorio, la unidad de medida, la cantidad y el precio por unidad con IVA incluido. Los accesorios constan de 24 ítems definidos, que se relacionan en la siguiente tabla y cuyas imágenes y demás datos se detallan en el Anexo 8.

#### 4.5.3 *Muebles, enseres y vehículos*

Para el estudio técnico, es de vital importancia tener en cuenta los muebles y enseres necesarios para la parte operativa así como también la parte administrativa del laboratorio de suelos y pavimentos. Esto con el fin de planear las adquisiciones, calcular los costos y proyectar la planta de la parte del laboratorio como tal y la planta de las zonas administrativas, aprovechando de la mejor forma posible los espacios y calculando el área mínima necesaria para la correcta elección de la casa que se convertirá en la empresa INGELAB.

La selección de cada uno de los muebles y enseres y su respectivo uso se detalla a continuación:



- Los escritorios deben ser repartidos en las dos oficinas, la de gerencia administrativa y la de ingeniería, y en el laboratorio como tal con sus respectivas sillas.
- Se debe contar con los computadores del ingeniero de procesos y del gerente del laboratorio con todos los formatos y sistema de procesos de la empresa, además de los programas de diseño y gestión.
- Las sillas plásticas se van a adquirir para atender a invitados o visitantes del proceso productivo.
- El juego de muebles para la sala de estar de las oficinas administrativas con el fin de que sirva como recepción de invitados.
- Una impresora multifuncional para la oficina del ingeniero de procesos que imprime los resultados y los informes.
- Un teléfono/fax con línea fija para la oficina.
- Un archivador para guardar copia de las entregas por obra y por clientes, además de papelería administrativa.
- Los estantes de madera son dos muebles que se colocan en la parte superior de los mesones para la colocación de elementos pequeños del laboratorio.
- La mesa y las cuatro sillas de reunión son para la oficina de gerencia, donde se llevan a cabo las negociaciones y proyectos.
- La decoración corresponde a los elementos de las oficinas que adornan los espacios, como cuadros, materas, etc.
- Dos aires acondicionados para las oficinas y la zona de estar de las personas invitadas y visitantes.
- Dos abanicos de techo para el laboratorio principal.
- Una nevera para la cocina, para la refrigeración de comidas y bebidas del personal de producción y de administración.
- Se anexa como vehículo para la empresa una camioneta de estacas tipo LUV de 1 tonelada de capacidad para todo el transporte de personal de ensayo a obras y el envío y recolección de muestras en las distintas obras. Para esto, la casa debe contar con parqueadero para la camioneta y por lo menos de zonas de parqueo para dos vehículos visitantes.

Tabla 23. Cotización de herramientas y accesorios. (Fuente: Autores)

COTIZACION DE ACCESORIOS DEL LABORATORIO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UND	VALOR PARCIAL
<b>ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS</b>					
1	Caja para transporte de muestras	und	1	\$ 62.000	\$ 62.000
2	Regla metalica enrresadora	und	1	\$ 15.000	\$ 15.000
3	Pala	und	2	\$ 29.900	\$ 59.800
4	Palustre	und	2	\$ 9.500	\$ 19.000
5	Escoba	und	1	\$ 6.000	\$ 6.000
6	Cinta Metrica	und	2	\$ 8.000	\$ 16.000
7	Paladruga	und	1	\$ 59.900	\$ 59.900
8	Recipientes metalicos	und	20	\$ 6.200	\$ 124.000
9	Guantes de carnaza	und	5	\$ 6.300	\$ 31.500
10	Espatula	und	1	\$ 5.000	\$ 5.000
11	Cuchillo	und	1	\$ 4.800	\$ 4.800
12	Embudo	und	1	\$ 2.500	\$ 2.500
13	Brocha	und	2	\$ 12.900	\$ 25.800
14	Guantes de asbesto caucho	und	2	\$ 9.500	\$ 19.000
15	Cronometro digital	und	1	\$ 35.000	\$ 35.000
16	Mona de caucho	und	1	\$ 12.000	\$ 12.000
17	Recipientes plasticos	und	5	\$ 5.000	\$ 25.000
18	Tiza	und	10	\$ 500	\$ 5.000
19	Pulidora	und	1	\$ 99.900	\$ 99.900
20	Cinzel	und	2	\$ 13.900	\$ 27.800
21	Martillo	und	2	\$ 25.000	\$ 50.000
22	Cuchara	und	2	\$ 2.500	\$ 5.000
23	Carretilla	und	1	\$ 99.900	\$ 99.900
24	Juego de herramientas	und	1	\$ 175.000	\$ 175.000
<b>INVERSION TOTAL EN HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS (IVA INCLUIDO)</b>					<b>\$ 984.900</b>

Tabla 24. Cotización de muebles, enseres y vehículos. (Fuente: Autores)

COTIZACION MUEBLES, ENSERES Y VEHICULOS						
ITEM	DESCRIPCION	ESPACIO LxAxA	UND	CANTIDAD	PRECIO UND	VALOR PARCIAL
<b>MUEBLES Y ENSERES</b>						
1	Escritorios	1,2 X 0,6 X 0,8	und	3	\$ 400.000	\$ 1.200.000
2	Computador	0,5 X 0,5 X 0,5	und	2	\$ 1.200.000	\$ 2.400.000
3	Sillas Plasticas	0,4 X 0,4 X 1	und	4	\$ 20.000	\$ 80.000
4	Sillas de oficina	0,5 X 0,5 X 1	und	2	\$ 60.000	\$ 120.000
5	Juego de muebles	2 X 1,5 X 1,2	juego	1	\$ 600.000	\$ 600.000
6	Impresora multifuncional	0,4 X 0,3 X 0,3	und	1	\$ 200.000	\$ 200.000
7	Telefono-fax	0,3 X 0,2 X 0,3	und	1	\$ 100.000	\$ 100.000
8	Archivadores	1,5 X 0,3 X 1,8	und	1	\$ 300.000	\$ 300.000
9	Estantes de madera para laboratorio	1,5 X 0,3 X 0,6	und	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000
10	Masa redonda para reunion	1,2 x 1,2 x 0,8	und	1	\$ 300.000	\$ 300.000
11	Sillas para reunion	0,5 x 0,5 x 1	und	4	\$ 60.000	\$ 240.000
12	Decoracion		glb	1	\$ 200.000	\$ 200.000
13	Aires acondicionados	1,1 x 0,3 x 0,4	und	2	\$ 900.000	\$ 1.800.000
14	Abanicos	0,5 x 0,4 x 0,5	und	2	\$ 90.000	\$ 180.000
15	Nevera	0,5 x 0,4 x 1,8	und	1	\$ 950.000	\$ 950.000
<b>VEHICULOS</b>						
15	Camioneta de estacas	3 x 5 x 2	und	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000
<b>TOTAL INVERSION MUEBLES, ENSERES Y VEHICULOS (IVA INCLUIDO)</b>					<b>\$ 44.870.000</b>	

*4.5.3.1 Materias primas e insumos.* En todo proceso de producción, las materias primas y los insumos son una parte fundamental del sistema, y por ende debe ser tomada con mucho detenimiento con el fin de programar buenas adquisiciones y seleccionar los mejores productos. En esta fase se debe medir la disponibilidad, los costos, las necesidades, las cantidades, las propiedades y las características de cada uno de los productos que requiere el proyecto durante su etapa productiva.

*Materia Prima.* Para el análisis de este estudio técnico se asume que todo el material que entre se convierte en desperdicio luego de finalizado el ensayo, y corresponde al total de ensayos al año multiplicado por la cantidad de muestra por ensayo, situación que se resume en la Tabla 25, en la cual se describe la muestra por cada ensayo, el empaque en el que es entregado, el peso por muestra, el número de ensayos al año y la cantidad de muestra, generando un total acumulado anualmente.

En dicha tabla se puede observar que al laboratorio entran casi 50 toneladas en el año de máxima demanda de material en muestras de laboratorio, material que se convierte después del proceso en desechos, los cuales puede ser depositado en cualquier botadero de escombros o rellenos de la ciudad. Todo esto significa que el laboratorio debe contar con un patio con una zona para el almacenamiento de materiales usados y en espera de evacuar por lo menos 1 tonelada, que acopiado en sacos y cilindros genera un área de  $9\text{m}^2$  (3m x 3m).

*Insumos.* Para este estudio técnico del proyecto se ha llamado insumos a los productos o materiales que se necesitan para ejecutar un ensayo de laboratorio, como reactivos o como agentes especiales que brindan las condiciones óptimas para llegar a un correcto resultado. En la Tabla 26 se muestra el análisis de la cantidad de insumos que necesita el laboratorio de suelos y pavimentos en el primer año de servicio, teniendo en cuenta que hay algunos ensayos que no necesitan insumos para su elaboración, casos en los cuales se obvia la descripción.

Tabla 25. Descripción de las muestras por ensayo. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE MUESTRAS/MATERIA PRIMA QUE RECIBIRA EL LABORATORIO PRIMER AÑO DE SERVICIO						
ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EMPAQUE	PESO MUESTRA (kg)	NUMERO ENSAYOS X AÑO	PESO TOTAL AÑO (kgs)
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	NA	NA	0	80	0
2	Determinación de la humedad natural	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	1	1551	1551
3	Peso Unitario	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	20	46	922
4	Gravedad Específica de agregados Sólidos	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	0,5	46	23
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	10	495	4946
6	Limites de Atterberg	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	1	495	495
7	Limites de Contracción	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	0,2	46	9
8	Equivalente de Arena	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	1	138	138
9	Expansión Libre y consolidación	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	0,2	46	9
10	Compactación Proctor Estándar	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	10	46	461
11	Compactación Proctor Modificado	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	15	126	1885
12	CBR Relación de soporte de California	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	20	92	1845
14	Resistencia a la compresión confinada	Muestra de suelo extraído del ensayo SPT	NA	0,5	80	40
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	Cilindro de concreto hidraulico	NA	12	138	1660
16	Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	Mezcla asfáltica tomada de obra o planta	Caja de carton o Saco	10	461	4612
17	Extracción de Asfalto	Mezcla asfáltica tomada de obra o planta	Caja de carton o Saco	1	461	461
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	Mezcla asfáltica tomada de obra o planta, briqueta elaborada en obra	Caja de carton o Saco	1,3	461	600
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	Viga de concreto	NA	25	461	11530
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	Mezcla asfáltica tomada de obra o planta, material resultado de extraccion	Caja de carton o Saco	1	461	461
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	Cilindros de concreto	NA	12	1002	12023
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	20	80	1590
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	10	46	461
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	10	46	461
25	Peso Especifico y Absorción Agregado Fino.	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	2	46	92
26	Peso Especifico y Absorción Agregado Grueso.	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	5	46	231
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Bolsa	1	461	461
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	10	92	922
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	Suelos y agregados de canteras, acopios u obra	Saco	1	138	138
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	NA	NA	0	33	0
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	Núcleos de concreto hidraulico y asfáltico extraído de la obra	NA	3	33	100
32	Apiques para vías por ml	NA	NA	0	80	0
33	Supervisión tecnica por días	NA	NA	0	239	0
34	Clasificación del suelo USC	NA	NA	0	80	0
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresion	Bloques, adoquines o ladrillos	NA	3	62	186
36	CBR de campo	NA	NA	0	52	0
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)	NA	NA	0	46	0
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)	NA	NA	0	0	0
39	Extraccion de Núcleos de pavimentos (por nucleo)	NA	NA	0	239	0
40	Densidad de campo con cono y arena	NA	NA	0	1781	0
41	Dosificación de agregados	NA	NA	0	0	0
42	Resistencia a la compresion de cilindross de suelo cemento	Briquetas de suelo cemento de obras	Bolsa	1	493	493
<b>MATERIAL TOTAL DE MATERIAL DE MUESTRA Y DE DESPERDICIO AÑO MAX DEMANDA</b>						<b>48810</b>

Tabla 26. Análisis de insumos. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE INSUMOS QUE NECESITA EL LABORATORIO PRIMER AÑO DE SERVICIO								
ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	DESCRIPCION DEL LOS INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD POR ENSAYO	NUMERO ENSAYOS X AÑO	CANTIDAD TOTAL DE INSUMO ANUAL	VALOR UND	VALOR PARCIAL
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	Gasolina Corriente	gal	0,1	39	3,89	\$ 8.499	\$ 33.062
7	Límites de Contracción	Mercurio	ml	30	23	676,86	\$ 256	\$ 173.276
8	Equivalente de Arena	Cloruro de Calcio	gr	10	68	676,86	\$ 51	\$ 34.655
		Glicerina	gr	43		2910,498	\$ 61	\$ 178.821
		Formaldehido (40%)	gr	1		67,686	\$ 82	\$ 5.545
17	Extracción de Asfalto	Gasolina Corriente	gal	0,2	226	45,124	\$ 8.499	\$ 383.518
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas							
		Detergente	gr	20	226	4512,4	\$ 41	\$ 184.828
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	Sal de Globber	gr	3000	23	67686	\$ 36	\$ 2.425.866
39	Extracción de Nucleos de pavimentos (por nucleo)	Gasolina Corriente	gal	0,1	117	11,67	\$ 8.499	\$ 99.186
40	Densidad de campo con cono y arena	Arena estandar	gr	100	871	87136	\$ 15	\$ 1.338.409
		Carburo	gr	20		17427,2	\$ 20	\$ 356.909
<b>TOTAL DE INVERSION DE INSUMOS EN EL PRIMER AÑO DE SERVICIO (IVA INCLUIDO)</b>								<b>\$ 5.214.075</b>

#### 4.5.4 Distribución de planta

Para el cálculo de la distribución de planta o de espacios del laboratorio de suelos y pavimentos, se deben tomar los espacios por separado de cada una de las secciones que lo componen como lo es el laboratorio principal, el secundario, la oficina principal, la secundaria con sala de estar, la cocina, el baño, el patio de almacenamiento, patio de labores, el almacén y el garaje. Esto generará al final el área mínima requerida para el alquiler de la casa, y con esto pasar a la etapa de adquisición en arriendo del inmueble y calcular los costos de acondicionamiento de la empresa.

A continuación se hace una breve descripción de las áreas necesarias para los espacios descritos anteriormente.

*4.5.4.1 Laboratorio principal.* El laboratorio como tal está dividido en dos partes, la principal donde se ejecutan casi la mayoría de los procesos y el secundario donde se realizan las pruebas más ruidosas como la de los ensayos a los concretos y la máquina de los Ángeles, zona que no contará con salidas de aire con el fin de evitar los sonidos. Para el cálculo de la mínima área requerida en esta zona se realizó una tabla con todos los equipos, muebles, enseres e insumos que harán parte de esta zona y el sitio en que estarán ubicados, todo esto con el fin de calcular el área mínima aproximada del sitio de trabajo principal.

La Tabla 27 indica la descripción del equipo, la unidad de medida, la cantidad en el sitio, el espacio que ocupa en unidades de largo x ancho x altura y la ubicación dentro del salón del laboratorio principal, la cual puede ser encima del mesón, debajo del mesón, en el área de trabajo o en la estantería de madera. Con esta tabla se determinaron los siguientes datos:

- Sumando los largos de los equipos del mesón estos suman 5,45m para 14 equipos, asumiendo una separación de 20cm, el largo total del mesón debe ser mayor de 8,25m.
- La altura mínima de la zona debajo del mesón debe ser de 0,6m.
- La altura mínima libre al techo debe ser de 1,8m.
- El ancho mínimo del mesón debe ser de 0,6m.
- Los estantes de 3m son suficientes para almacenar productos y accesorios.
- Los equipos que se van a ubicar en el suelo, en área libre, suman un área de 2m<sup>2</sup>, con área libre de aproximadamente 8m<sup>2</sup>.

Tabla 27. Espacio laboratorio principal. (Fuente: Autores)

ESPACIO LABORATORIO PRINCIPAL							
DISTRIBUCION DE ESPACIOS Y UBICACIÓN							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	ESPACIO (M)			UBICACIÓN
				Largo	Ancho	Alto	
1	Horno de 0 a 300°C	und	1	0,6	0,5	0,8	Meson
2	Balanza digital de 2kg x 0,1 g	und	1	0,2	0,2	0,2	Meson
3	Balanza de 4kg x 0,1g	und	1	0,3	0,3	0,2	Meson
4	Recipientes pequeños de humedad	und	12	0,3	0,2	0,2	Estante
5	Moldes proctor estándar	und	3	0,4	0,4	0,3	Debajo Meson
6	Martillo estándar	und	3	0,1	0,1	0,5	Debajo Meson
7	Balanza de 10kg x 1g	und	1	0,5	0,5	0,2	Meson
8	Calibrador pie de rey electronico	und	1	0,25	0,05	0,05	Estante
9	Picnometro de 250ml	und	1	0,1	0,1	0,2	Estante
10	Bomba de vacío 100mm Hg	und	1	0,5	0,3	0,3	Meson
11	Mechero Bunsen	und	1	0,2	0,2	0,3	Meson
12	Pipeta 20ML	und	1				Estante
13	Termometro de 0,1°C de presicion	und	1				Estante
14	Juego de Tamices de p200 a 3" con fondo	juego	1	0,4	0,4	0,4	Meson
15	Tamiz 200 para lavado de muestras	und	1	0,2	0,2	0,1	Meson
16	Equipo de casagrande completo LL	und	1	0,2	0,2	0,15	Estante
17	Ranurador Casagrande	und	1				Estante
18	Balanza de 400g x 0,1g	und	1	0,15	0,15	0,1	Meson
19	Equipo para limite plastico completo	und	1	0,4	0,3	0,2	Estante
20	Equipo de contraccion	und	1				Estante

ESPACIO LABORATORIO PRINCIPAL							
DISTRIBUCION DE ESPACIOS Y UBICACIÓN							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	ESPACIO (M)			UBICACIÓN
				Largo	Ancho	Alto	
21	Probeta	und	1				Estante
22	Equipo de equivalente de arena	und	1	0,4	0,4	0,2	Meson
23	Equipo para consolidacion y expansion	und	1	0,5	0,85	1,6	Area
24	Dial de deformacion de 0,0001"	und	1				Estante
25	Balanza tol de 5g (20kg) Electronica	und	1	0,4	0,4	0,2	Meson
26	Moldes proctor modificado	und	6	0,4	0,4	0,6	Debajo Meson
27	Martillo modificado	und	1	0,1	0,1	0,5	Debajo Meson
28	Prensa de compresion CBR, Marshall, Inconfinada	und	1	0,81	0,51	1,6	Area
29	Discos espaciadores CBR	und	3	0,2	0,2	0,3	Debajo Meson
30	Sobrecargas metalicas CBR	und	15	0,4	0,4	0,4	Debajo Meson
31	Tripode para expansion CBR	und	1	0,2	0,2	0,2	Debajo Meson
32	Piston de penetracion CBR y extensiones	und	1				Debajo Meson
33	Dial de deformacion de 0,001"	und	2				Estante
34	Estufa a gas	und	1	0,6	0,4	0,2	Meson
35	Centrifuga para extracciones con filtros	und	1	0,5	0,5	0,8	Meson
36	Moldes Marshall	und	3	0,1	0,1	0,3	Debajo Meson
37	Martillo Marshall	und	1	0,1	0,1	0,5	Debajo Meson
38	Pedestal de compactacion	und	1	0,3	0,3	1,3	Area
39	Baño de maria	und	1	0,5	0,4	0,4	Meson
40	Dial de deformacion de 0,01"	und	1				Estante
41	Termometro de 5°C de presicion a 300°C	und	1				Estante
42	Termometro de 2°C de vidrio	und	1				Estante
43	Picnometro de 500ml	und	1	0,15	0,15	0,2	Estante
44	Equipo de gravedad y absorcion agregados finos	und	1				Estante
45	Canastilla metalica grav gruesos	und	1	0,3	0,3	0,4	Debajo Meson
46	Plantilla alargamiento	und	1	0,3	0,05	0,1	Estante
47	Plantilla aplanamiento	und	1	0,25	0,16	0,03	Estante
48	Soporte para dial	und	2				Estante
49	Bandeja metalica	und	1	0,6	0,6	0,1	Debajo Meson
50	Celda de carga de 1 ton	und	1	0,25	0,1	0,2	Estante
51	Celda de carga de 2,5 ton	und	1	0,25	0,1	0,2	Estante
52	Regla metalica enrrasadora	und	1				Estante
53	Cinta Metrica	und	2				Estante
54	Palustre	und	2				Debajo Meson
55	Recipientes metalicos	und	20				Debajo Meson
56	Guantes de carnaza	und	5				Estante
57	Espatula	und	1				Estante
58	Cuchillo	und	1				Estante
59	Embudo	und	1				Estante
60	Brocha	und	2				Estante
61	Guantes de asbesto caucho	und	2				Estante
62	Cronometro digital	und	1				Estante
63	Mona de caucho	und	1				Debajo Meson
64	Recipientes plasticos	und	5				Debajo Meson
65	Tiza	und	10				Estante
66	Cinzel	und	2				Estante
67	Martillo	und	2				Debajo Meson
68	Cuchara	und	2				Estante
69	Juego de herramientas	und	1				Debajo Meson
70	Escritorios	und	1	1,2	0,6	0,8	Area
71	Sillas Plasticas	und	4	0,4	0,4	1	Area
72	Estantes de madera para laboratorio	und	2	3	0,3	0,6	Estante
73	Abanicos	und	2	0,5	0,4	0,5	Area
74	Mercurio	ml	1000				Estante
75	Solucion equivalente de arena	gal	1				Estante
76	Detergente	kg	5				Estante
77	Sal de glober	kg	25				Debajo Meson

En conclusión, se debe mantener un área disponible para el laboratorio principal de por lo menos 4m de ancho con 8m de largo, en total 32m<sup>2</sup>. La siguiente imagen muestra una aproximación de la zona de laboratorio principal.



Figura 12. Zona de laboratorio principal.

4.5.4.2 Laboratorio secundario. Se contempla la disponibilidad de una zona que contenga los equipos de ensayos de concretos y la máquina de los Ángeles ya que son los ensayos que más ruido generan y se deben mantener un poco aislados. A continuación se presenta una tabla que muestra los equipos que contendrá este laboratorio y sus respectivas dimensiones.

Tabla 28. Espacio laboratorio secundario. (Fuente: Autores)

ESPACIO LABORATORIO SECUNDARIO							
DISTRIBUCION DE ESPACIOS Y UBICACIÓN							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	ESPACIO (M)			UBICACIÓN
				Largo	Ancho	Alto	
1	Maquina compresion de cilindros y vigas concreto	und	1	1,2	1,2	1,3	Area
2	Varilla de compactacion	und	1				Debajo Meson
3	Equipo de asentamiento concreto	und	1	0,3	0,3	0,4	Debajo Meson
4	Maquina de los angeles	und	1	1,1	0,9	1,2	Area
5	Aditamentos Maquina compresion	und	1	0,3	0,3	0,4	Meson
6	Aditamentos Maquina de los Angeles	und	1	1,2	0,5	0,4	Debajo Meson

En este laboratorio se requiere un mesón de más de 3m de largo y 0,6m de ancho para los aditamentos y otros, un área de 2m<sup>2</sup> para la máquina de concretos y 1m<sup>2</sup> para la máquina de los Ángeles. Por tal motivo se definió que el laboratorio secundario debe tener un área disponible de 2,5m x 3m, o sea de 7,5m<sup>2</sup>.



4.5.4.3 *Zona de recepción.* Esta zona se requiere para la atención de visitas y zona de espera o de descanso, en esta se debe adecuar el juego de muebles y algo de decoración con un área requerida de  $3\text{m}^2$ , por esta razón se dispone de una zona de  $2\text{m} \times 4\text{m}$ , o sea  $8\text{m}^2$ .

4.5.4.4 *Baños.* Se plantean dos baños de  $4,5\text{m}^2$  aproximadamente, uno para la zona del laboratorio y otro para las oficinas y las visitas.

4.5.4.5 *Oficina de ingeniería.* En esta oficina se va a manejar toda la parte técnica de la empresa, la digitación de informes de laboratorio, la redacción de resultados, el cálculo de parámetros geotécnicos y de pavimentos y el archivo de estos documentos.

Esta oficina debe contener un escritorio con su silla, un aire acondicionado, la impresora, el teléfono/fax, los archivadores y algo de decoración, ocupando un área de  $3\text{m}^2$ , se plantea un área disponible de  $2,8\text{m} \times 3\text{m}$  ( $8,4\text{m}^2$ ).

4.5.4.6 *Oficina administrativa.* En esta oficina se va a manejar toda la parte gerencial de la empresa, la digitación de informes técnicos y de visitas, y las reuniones de negocios. Debe contener un escritorio con su silla, aire acondicionado, mesa de reuniones y algo de decoración, ocupando un área de  $4\text{m}^2$ , se plantea un área disponible de  $2,8\text{m} \times 3\text{m}$  ( $8,4\text{m}^2$ ).

4.5.4.7 *Cocina.* Se contempla una zona para la nevera, un mesón con lavaplatos y dependiendo las condiciones con el personal de laboratorio y de oficina, un horno microondas y mesa para comidas, de igual forma se contempla un área disponible de  $2,5\text{m} \times 2,8\text{m}$  ( $7\text{m}^2$ ).

4.5.4.8 *Almacén.* Para el análisis de la zona de almacén se realizó una tabla que contiene todos los equipos que se utilizan normalmente en campo y que mientras no estén en uso se van a adecuar en el almacén. Con esta tabla, se calcula el área aproximada de uso para estimar las dimensiones del almacén.

Tabla 29. Espacio almacén. (Fuente: Autores)

ESPACIO ALMACEN DE LABORATORIO							
DISTRIBUCION DE ESPACIOS Y UBICACIÓN							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	ESPACIO (M)			UBICACIÓN
				Largo	Ancho	Alto	
1	Tripode de perforacion completo	und	1	3	2	1	Area
2	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2"	und	1	0,5	0,1	0,1	Area
3	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2 1/2"	und	1	0,5	0,1	0,1	Area
4	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 3"	und	1	0,5	0,1	0,1	Area
5	Tuberia de perforacion y uniones 20ml	glb	1	0,5	0,5	0,5	Area
6	Gato de 20 ton	und	2	0,3	0,3	0,3	Area
7	Gato de tornillo de 6t	und	1	0,6	0,3	0,3	Area
8	Extractor de nucleos	und	1	0,5	0,7	1,5	Area
9	Equipo cono y arena	und	2	0,4	0,4	0,4	Area
10	Humedometro (Speedy)	und	1	0,4	0,4	0,2	Area
11	Molde cilindros de concreto	und	30	0,6	0,4	1,2	Area
12	Molde vigas de concreto	und	12	1	0,4	0,6	Area
13	Caja para transporte de muestras	und	1	0,5	0,5	0,2	Area
14	Pala	und	2				Area
15	Escoba	und	1				Area
16	Paladraga	und	1				Area
17	Pulidora	und	1				Area
18	Carretilla	und	1	0,4	0,7	0,5	Area

Luego de acomodar los equipos se tiene que para que sea posible el almacenamiento se necesitan como mínimo  $12m^2$ , por tal motivo y teniendo en cuenta las dimensiones de las secciones anteriores, se toma una sección de  $6m \times 2,8m$  ( $16,8m^2$ ).

*4.5.4.9 Patio.* Como se comentó en la sección de materias primas, el área necesaria para el almacenamiento de sacos de materiales de retiro por uso de ensayos de laboratorio es de  $4m^2$ , y teniendo en cuenta el área disponible, se tiene para el patio un área de  $3m \times 5,2m$  ( $15,6m^2$ ), que sirve para futuras ampliaciones o zonas de descanso.

*4.5.4.10 Parqueadero.* Se debe contar con una zona de parque de  $5m \times 3m$  ( $15m^2$ ), que puede ser en la parte exterior del edificio, además de tener otra zona de parqueo adicional disponible.

*4.5.4.11 Distribución total.* Organizando cada una de las áreas disponibles, se llega a la conclusión que el lote que se debe arrendar para el laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB será de dimensiones de  $8m$  de ancho con  $16m$  de fondo, para un

área de la casa de  $128\text{m}^2$ , con una terraza de 8m de ancho con 6m de fondo para la zona de parqueos, a menos que se cuente con un parqueadero cercano disponible.

A continuación se presenta un plano con la distribución de planta y la ubicación fue indicada en la distribución de espacios de las secciones anteriores.

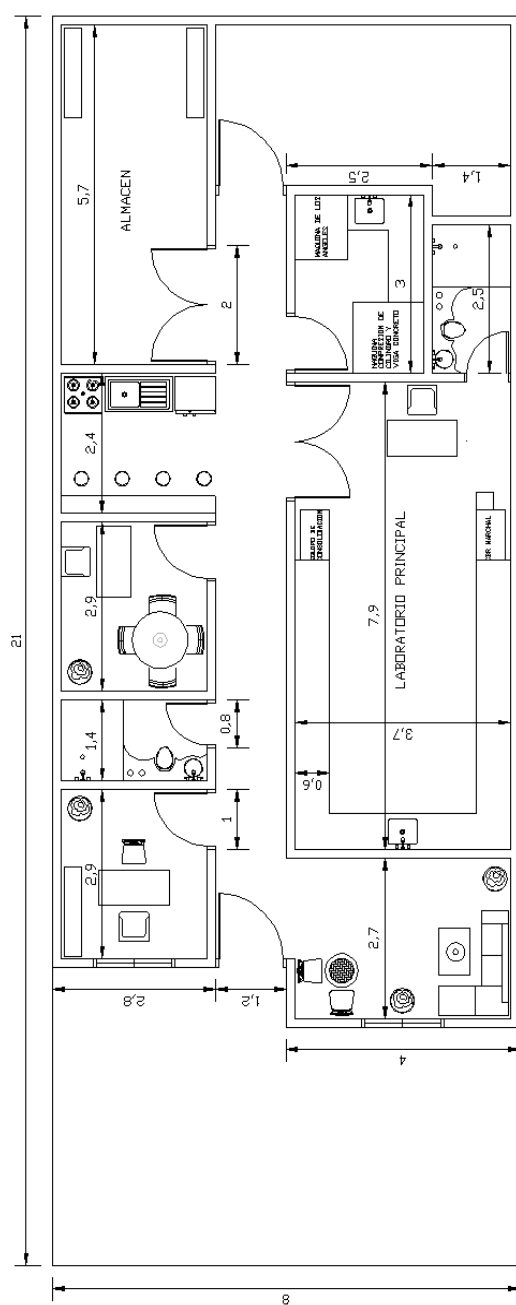


Figura 13. Plano de distribución de planta.

#### 4.6 Estudio Organizacional, Recursos Humanos y Legal

##### 4.6.1 Mano de obra directa

En este aparte se determinará la mano de obra que estará directamente afectando los procesos de los servicios del laboratorio de suelos y pavimentos, así como su carga horaria, los horarios de trabajo, los sueldos aproximados, el porcentaje de efectividad y ociosidad, y otros indicadores que serán de mucha utilidad para la concepción del proyecto. La idea es calcular el número de personas que se necesita para cumplir los procesos, donde lógicamente hace parte el laboratorista principal y su auxiliar o auxiliares, dato que dará el análisis. Para esto se hace uso de la Tabla 30, la cual contiene la descripción del ensayo o proceso donde interviene la mano de obra directa, el tiempo en minutos que se le dedica por ensayo, el número de ensayos al año, con el fin de calcular los tiempos totales de dedicación. Este análisis se hará para la dedicación de 6000 ensayos anuales, buscando que el personal escogido se pueda utilizar por lo menos durante los dos primeros años de operación.

El análisis arroja un valor de 330.000 minutos de tiempo total aproximado de dedicación al año en los procesos donde interviene la mano de obra directa, que al compararlo con los 146.880 minutos efectivo que trabaja un empleado común según la legislación Colombiana (son 48 horas a la semana, durante 51 semanas afectándolo por el factor de 60min/hora), genera un resultado de que para satisfacer ese tiempo se necesitan  $330.000/146.880=2,25$  empleados, que redondeando el valor se llega a la conclusión que se necesitan tres empleados.

En la Tabla 31 se puede apreciar la característica de cada empleado, su cargo, su sueldo, el porcentaje en tiempo de dedicación y de tiempo ocioso.

Tabla 30. Análisis de tiempo de dedicación en procesos. (Fuente: Autores)

ANALISIS DE TIEMPO DE DEDICACION EN PROCESOS				
ITEM	DESCRIPCION DEL PROCESO	TIEMPO EN MINUTOS	# ENSAYOS AL AÑO	CANTIDAD DE TIEMPO AL AÑO X ENSAYO
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	125	51	6394
2	Determinación de la humedad natural	15	997	14961
3	Peso Unitario	33	30	979
4	Gravedad Específica de agregados Sólidos	48	30	1424
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	51	318	16226
6	Limites de Atterberg	58	318	18453
7	Limites de Contracción	38	30	1127
8	Equivalente de Arena	65	89	5785
9	Expansión Libre y consolidación	110	30	3263
10	Compactación Proctor Estándar	81	30	2403
11	Compactación Proctor Modificado	81	81	6546
12	CBR Relación de soporte de California	178	59	10561
14	Resistencia a la compresión inconfiada	37	51	1893
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	38	89	3382
16	Peso Específico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	40	297	11867
17	Extracción de Asfalto	46	297	13647
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	66	297	19580
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	37	297	10977
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	90	297	26700
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	23	644	14823
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	44	51	2251
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	50	30	1483
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	162	30	4806
25	Peso Específico y Absorción Agregado Fino.	69	30	2047
26	Peso Específico y Absorción Agregado Grueso.	51	30	1513
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	63	297	18690
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	69	59	4094
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	76	89	6764
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	48	21	1031
32	Apiques para vías por ml	89	51	4552
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresion	56	40	2234
36	CBR de campo	127	34	4287
39	Extraccion de Nucleos de pavimentos (por nucleo)	87	153	13350
40	Densidad de campo con cono y arena	52	1146	59580
42	Resistencia a la compresion de cilindross de suelo cemento	35	317	11100
<b>CANTIDAD TOTAL DE MINUTOS DEDICADOS AL AÑO</b>				<b>328774,809</b>

Tabla 31. Análisis de mano de obra directa. (Fuente: Autores)

ANALISIS DE LA MANO DE OBRA DIRECTA							
ITEM	CARGO	DESCRIPCION DEL EMPLEADO	SUELDO (SMMLV)	FACTOR DE PRESTACIONES	SUELDO TOTAL (SMMLV)	DEDICACION %	TIEMPO OCIO %
1	LABORATORISTA	Laboratorista de profesion tecnica o tecnologica, con conocimientos y experiencia en los laboratorios y ensayos seleccionados	2,5	1,742	4,355	75,0%	25,0%
2	AUXILIAR DE LABORATORIO	que desempeñe el trabajo de ayudante en la sede de los ensayos necesarios y auxilio en campo	1,5	1,742	2,613	75,0%	25,0%
3	AUXILIAR DE CAMPO	camioneta, y experiencia afin con trabajos realcionados con el sector de la construccion.	1	1,742	1,742	75,0%	25,0%
<b>COSTO TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA MENSUAL (SMMLV)</b>					<b>8,71</b>	<b>75,0%</b>	<b>25,0%</b>
<b>COSTO TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA ANUAL (SMMLV)</b>					<b>104,52</b>		

#### 4.6.2 Mano de obra administrativa

Para el análisis del personal administrativo que se hará cargo de la empresa, se debe realizar una descripción de actividades del personal propuesto a componerla como son el ingeniero del área de ingeniería, el gerente de la empresa y el personal externo que colabora

en el crecimiento y control del laboratorio. Estos componentes son los necesarios para desarrollar las actividades de gestión, control, administración, dirección, planeación, etc., que necesita la empresa para su correcto funcionamiento.

A continuación se hará un breve análisis de cada uno de los cargos para calcular los tiempos de dedicación y el tiempo libre, el cual no será llamado de ocio por que normalmente se puede invertir en otras actividades de producción, como capacitaciones, estudio, entre otros.

*4.6.2.1 Ingeniero jefe de laboratorio.* Este ingeniero se encarga de dirigir y coordinar directamente con el personal de laboratorio, de generar las ordenes para realizar los servicios de laboratorio, de realizar a todos los ensayos el proceso de asignar códigos a las muestras y de reproducir los informes, de realizar las dosificaciones para que la gerencia realice los diseños, de la atención a los visitantes y otras actividades afines a su carrera.

A continuación se muestra una tabla con actividades aproximadas del Ingeniero Jefe de Laboratorio y su tiempo de dedicación.

Tabla 32. Análisis de tiempo de dedicación del jefe de laboratorio. (Fuente: Autores)

<b>ANÁLISIS DE TIEMPO DE DEDICACION DEL JEFE DE LABORATORIO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DEL PROCESO</b>	<b>TIEMPO EN MINUTOS</b>	<b># ENSAYOS AL AÑO</b>	<b>CANTIDAD DE TIEMPO AL AÑO X ENSAYO</b>
0	Incidencia en el proceso general	15	6000	90000
34	Clasificación del suelo USC	10	51	511,5
41	Dosificación de agregados (SUMA DE LOS DISEÑOS)	10	51	511,5
<b>CANTIDAD TOTAL DE MINUTOS DEDICADOS AL AÑO</b>				<b>91023</b>

Se calcula que en este cargo se van a consumir 91.023 minutos al año que al ser divididos por los minutos laborales de 146.880 minutos, genera un resultado de 0,62 personas, lo que significa que con un ingeniero en ese cargo es suficiente, y que no habrá problemas con los tiempos de dedicación y tiempo libre.

*4.6.2.2 Gerente.* Se llama gerente a la persona que por sus características va a dirigir y controlar todos los recursos de la organización, además de que cuenta con capacidades

técnicas suficientes para la solución de todos los problemas de las obras y genere recomendaciones y asesorías técnicas que sustenten el slogan de la empresa “No le damos más problemas, los solucionamos”. Además debe tener buenas relaciones en el mercado y atraer nuevos clientes.

A continuación se muestra una tabla con actividades aproximadas del Gerente y su tiempo de dedicación.

Tabla 33. Análisis de tiempo de dedicación del gerente de laboratorio. (Fuente: Autores)

<b>ANALISIS DE TIEMPO DE DEDICACION DEL GERENTE DEL LABORATORIO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DEL PROCESO</b>	<b>TIEMPO EN MINUTOS</b>	<b># ENSAYOS AL AÑO</b>	<b>CANTIDAD DE TIEMPO AL AÑO X ENSAYO</b>
0	Incidencia en el proceso general (Revisión y firma)	3	6000	18000
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	15	21	322,245
33	Supervisión técnica por días	480	153	73656
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)	15	30	445,005
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)	60	0	0
<b>CANTIDAD TOTAL DE MINUTOS DEDICADOS AL AÑO</b>				<b>92423,25</b>

Se calcula que en este cargo se van a consumir 92.423 minutos al año que al ser divididos por los minutos laborales de 146.880 minutos, genera un resultado de 0,63 personas, lo que significa que con una persona en ese cargo es suficiente, y que no habrá problemas con los tiempos de dedicación y tiempo libre.

*4.6.2.3 Personal externo.* Se espera que la nomina del laboratorio no sea superior a las 5 personas descritas en los dos capítulos anteriores, por tal motivo se piensa contratar a un contador externo que lleve la parte contable y administrativa de la empresa que no pueda manejar la gerencia, y como se explicó en la sección de procesos, la parte de facturación equivale a 10 minutos de cada proceso, que al multiplicarlo por los 6000 servicios, genera un valor de 60.000 minutos, que equivale a la mitad de tiempo normal de este tipo de profesionales, normalmente equivale a un mínimo mensual sin prestaciones sociales.

4.6.2.4 *Gastos de administración.* La administración en una empresa se contempla como un gasto de operación, y debe ser tenido en cuenta para poder hacer una evaluación financiera, y por esto se presenta la siguiente tabla para calcular estos valores.

Tabla 34. Análisis de la administración de la empresa. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE LA ADMINISTRACION DE LA EMPRESA							
ITEM	CARGO	DESCRIPCION DEL EMPLEADO	SUELDO (SMMLV)	FACTOR DE PRESTACIONES	SUELDO TOTAL (SMMLV)	DEDICACION %	TIEMPO LIBRE %
1	JEFE DE LABORATORIO	Ingeniero civil, con conocimientos en sistemas, manejo de personal, experiencia en ensayos de laboratorio, experiencia en trabajos afines.	6	1,6	9,6	62,0%	38,0%
2	GERENTE DEL LABORATORIO	Ingeniero civil, con especialidad en suelos y pavimentos, gestion de procesos, direccion y control, buenas relaciones, contactos, manejo administrativo y de negocios.	3	1,6	4,8	63,0%	37,0%
3	CONTADOR EXTERNO	Graduado, con tarjeta, manejo de procesos y sistemas contables, experiencia certificada.	1	1	1	50,0%	50,0%
<b>COSTO TOTAL ADMINSTRACION MENSUAL (SMMLV)</b>					<b>15,4</b>		
<b>COSTO TOTAL ADMINISTRACION ANUAL (SMMLV)</b>					<b>184,8</b>	<b>58,3%</b>	<b>41,7%</b>

De esto se puede concluir que la administración mensual tiene un costo de 15,4 salarios mínimos mensuales legales vigentes, y anualmente de 184,8 SMMLV, con una dedicación promedio del 58% y un tiempo libre para otras actividades del 42%.

4.6.2.5 *Organigrama.* Ya calculada la necesidad de producción y del personal necesario para cada una de las actividades, se procede a organizar el organigrama de la empresa, en función de las responsabilidades y procedimientos de cada uno de los cargos. A continuación se presenta entonces el organigrama de la empresa INGELAB.

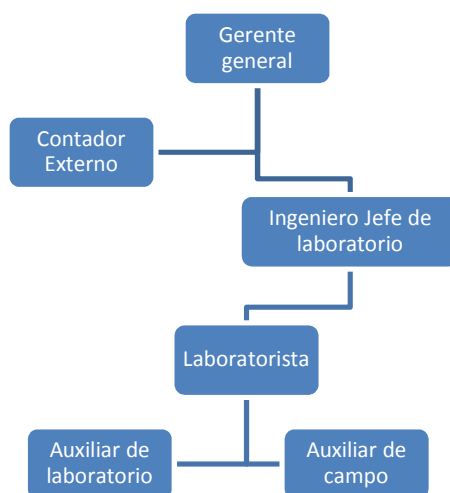


Figura 14. Organigrama de INGELAB.



## 4.7 Evaluación Ambiental

### 4.7.1 Caracterización ambiental

Consiste en recoger y reflejar de forma clara la información necesaria para describir el ambiente en el que se va a desarrollar un proyecto, y cómo el ambiente puede ser afectado por dicho proyecto.

La información recopilada para desarrollar la caracterización ambiental del proyecto, debe ser significativa, precisa y funcional. Lo anterior con el objeto de que los resultados que se obtengan a partir de dicha información, sean concretos y reales, a fin de que estos reflejen la situación actual del componente analizado.

*4.7.1.1 Caracterización del proyecto.* El estudio y análisis de las etapas que conforman el proyecto del laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB, arroja como resultado principal la separación del mismo en los componentes mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 35. Caracterización del proyecto. (Fuente: Autores)

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
<b>Fuente</b>	Se le denomina así al componente físico (zona de trabajos) de todos los proyectos de los cuales se extraerán las muestras que serán ensayadas. Estas muestras podrán ser tomadas por personal propio de INGELAB o por el personal designado por el proyecto.
<b>Laboratorio</b>	Planta física donde se llevarán a cabo los ensayos de laboratorio y donde funcionarán las oficinas de INGELAB. Para el caso de este proyecto, se usará una casa de un (1) piso en calidad de arriendo.
<b>Zona de Laboratorios</b>	Se refiere al área dispuesta para la realización de los ensayos y pruebas a las muestras.
<b>Patio</b>	Zona en la cual se almacenarán las muestras durante el tiempo que tarde realizarle los respectivos ensayos. A su vez serán almacenarán los residuos resultantes de los ensayos para posteriormente ser dispuestos de forma adecuada.

*Identificación de las Acciones Susceptibles a Producir Impacto (ASPI).* Para la identificación de las ASPI se hizo uso del diagrama Entradas – Procesos – Salidas, el cual se muestra en la Figura 15.

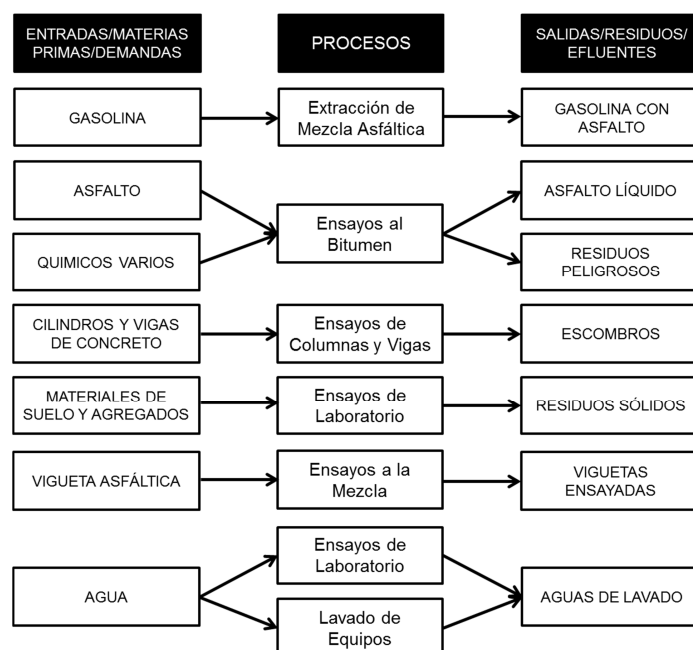


Figura 15. Diagrama Entradas – Procesos – Salidas. (Fuente: Autores)

*Descripción de las ASPI.* Para la descripción de las ASPI identificadas con el diagrama anterior, se usó la siguiente tabla:

Tabla 36. Descripción de las ASPI. (Fuente: Autores)

ASPI	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES
<b>Extracción de Mezcla Asfáltica</b>	Ensayo que se hace con gasolina corriente, colocando la muestra de mezcla asfáltica en la centrifuga, y se va insertando pequeñas cantidades de gasolina hasta dejar el material granular sin residuos de asfalto.	Se genera una mezcla de gasolina con el asfalto contenido en la muestra.
<b>Ensayos al Bitumen</b>	Ensayos al Bitumen, los cuales son muestras de asfalto líquido que se toman cuando es necesaria una observación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se genera asfalto líquido, el cual es reutilizable.</li> <li>• Se producen residuos peligrosos: derivados de la glicerina y del petróleo.</li> </ul>
<b>Ensayos de Columnas y Vigas</b>	Ensayos efectuados a las muestras que se toman en campo al concreto fresco y que tienen forma de cilindros y de viguetas.	Se producen residuos sólidos: escombros.
<b>Ensayos de Laboratorio</b>	Ensayos realizados a todos los materiales granulares que entran al laboratorio.	Se producen residuos sólidos: material granular (arcilla, arena, grava y mezclas de agregados).
<b>Ensayos a la Mezcla</b>	Ensayos a las muestras de mezcla asfáltica (combinación de material granular y asfalto).	Se producen residuos sólidos: Mezcla de agregados con asfalto.
<b>Lavado de Equipos</b>	Lavados que se hace a los equipos. Se emplea agua potable y cepillos de limpieza.	Se generan aguas residuales con materiales orgánicos (grasas) e inorgánicos (tierra, agregados).

4.7.1.2 *Caracterización del ambiente.* La caracterización del ambiente permite detectar, describir y evaluar la parte del ambiente sobre la cual se producirán modificaciones por efecto de las obras y actividades del proyecto. En este caso, los aspectos ambientales susceptibles de recibir impacto se denominan FARI.

*Identificación de los componentes ambientales.* Para la identificación de los componentes ambientales que pueden resultar afectados por las acciones y obras del proyecto, se hace uso de la matriz mostrada a continuación

ACCIONES DEL PROYECTO	COMPONENTES DEL AMBIENTE	FÍSICO						BIÓTICO			SOCIAL			
		Clima	Geología	Geomorfología	Suelos	Aguas	Aire	Paisaje	Veg. Terrestre	Fauna Terrestre	Biótica Acuática	Demográfico	Económico	Cultural
Extracción de Mezcla Asfáltica							X							
Ensayos al Bitumen							X							
Ensayos de Columnas y Vigas							X							
Ensayos de Laboratorio					X	X								
Ensayos a la Mezcla						X								
Lavado de Equipos					X									

Figura 16. Matriz de identificación de componentes ambientales susceptibles de impacto.

(Fuente: Autores)

*Determinación de los FARI.* A partir de la información obtenida en el punto anterior, se procede a determinar los FARI. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 37. Determinación de los FARI. (Fuente: Autores)

SISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Físico	Agua	Calidad	Parículas Sólidas	mg/l
			Sustancias Tóxicas	PPM/l
		Cantidad	Caudal	m <sup>3</sup> /seg
	Aire	Calidad	Material Particulado	mg/m <sup>2</sup>
		Ruido	Nivel Sonoro	dBA

*Determinación de las áreas de influencia.* En este numeral se determinan las zonas geográficas donde se tienen que realizar las caracterizaciones correspondientes a los FARI identificados. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 38. Determinación de las áreas de influencia. (Fuente: Autores)

MEDIO	COMPONENTE	ÁREA DE INFLUENCIA
Físico	Agua	Se alteran las condiciones Físico-químicas de las aguas residuales del sistema de alcantarillado de la ciudad
	Aire	Se afecta el Barrio Bellavista, al cual pueden llegar material emisiones de material particulado por las labores propias de ensayos y el transporte y disposición de este material

#### 4.7.2 Identificación y evaluación de los impactos ambientales

A partir de la información obtenida del proyecto y del conocimiento que se tiene sobre el ambiente, en este capítulo se procederá a:

- Identificar los impactos ambientales que puede generar el proyecto sobre el ambiente.
- Determinar la relación causa-efecto para caracterizar dicho impacto y estimar la significancia de las modificaciones ocasionadas.
- Analizar las causas y las consecuencias de los impactos a fin de proponer soluciones o acciones para el manejo de los mismos.

4.7.2.1 *Identificación de los impactos.* Para identificar los impactos que se pueden producir sobre las condiciones ambientales iniciales por efecto de las acciones del proyecto, se hizo uso de un método matricial, como se muestra:

ACCIONES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES	FÍSICOS		IMPACTOS SIGNIFICATIVOS POTENCIALES
		Agua	Aire	
Extracción de Mezcla Asfáltica			X	Generación de emisiones gaseosas de sustancias volátiles
Ensayos al Bitumen			X	Generación de emisiones gaseosas de sustancias volátiles
Ensayos de Columnas y Vigas			X	Incremento del ruido
				Generación de emisiones de material particulado
Ensayos de Laboratorio	X	X		Incremento del ruido
				Generación de vertimientos con sólidos y sustancias tóxicas
				Generación de emisiones de material particulado
Ensayos a la Mezcla			X	Generación de emisiones de material particulado
Lavado de Equipos	X			Generación de vertimientos con sólidos y sustancias tóxicas
				Aumento del caudal del sistema de alcantarillado
				Disminución en la capacidad del sistema de alcantarillado

Figura 17. Matriz de identificación de los impactos ambientales. (Fuente: Autores)

4.7.2.2 *Evaluación de los impactos.* Para evaluar los impactos ambientales y determinar la significancia de los cambios producidos identificados en la Figura 17, se hizo uso del método de la Matriz de Leopold, cuyos resultados se pueden apreciar en la siguiente matriz:

ACCIONES DEL PROYECTO		FACTORES AMBIENTALES	AIRE			AGUA RESIDUAL		SÍNTESIS			
			Ruido	Gases y Olores	Material Suspendido	Sólidos y Sust. Tóxicas	Aumento de Caudal	Número		Promedio	
								+	-	+	-
Extracción de Mezcla Asfáltica			- 3 2						1		3 2
Ensayos al Bitumen			- 2 2						1		2 2
Ensayos de Columnas y Vigas		- 3 3		- 3 4					2		3 3,5
Ensayos de Laboratorio		- 2 3		- 3 4	- 5 7				3		3,3 4,7
Ensayos a la Mezcla				- 3 4					1		3 4
Lavado de Equipos					- 7 7	- 5 5			2		6 6
SÍNTESIS	Número	+									
		-	2	2	3	2	1		10		
	Promedio	+	2,5	2,5	3	6	5				3,8
		-	3	2	4	7	5				4,2

Figura 18. Matriz de evaluación de los impactos ambientales. (Fuente: Autores)

4.7.2.3 *Análisis de resultados de la evaluación de los impactos.* Luego del análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos aplicando el método de la Matriz de Leopold, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Los impactos generados por las acciones del proyecto sobre los factores ambientales, son negativos o perjudiciales, ya que generan contaminantes de diversas características.
- Las alteraciones que sufre el ambiente a causa del proyecto tienen un grado bajo, ya que no superan el 3,8 promedio de un máximo de 10.
- Los factores ambientales considerados tienen baja significancia dentro del ambiente, ya que no superan el 4,2 promedio de un máximo de 10.

- La acción del proyecto que más genera alteraciones a los factores ambientales considerados, Aire y Agua Residual, es la de Lavado de Equipos.
- En términos generales, el proyecto a pesar de generar impactos ambientales en su totalidad negativos, dichos impactos no tienen mayor significancia en el ambiente, por lo que pueden ser mitigados mediante la implementación del Plan de Manejo Ambiental (ver Anexo 9).

#### *4.8 Evaluación Financiera*

El laboratorio de suelos y pavimentos INGELAB para su viabilidad, debe ser evaluado desde el punto de vista financiero con el fin de sustentar su aprobación y convencer a los inversionistas de la rentabilidad del negocio. Por tal motivo, se hace necesario un análisis profundo de todos los parámetros que inciden en los costos y gastos del proyecto, datos que se consignan en los siguientes apartes de este capítulo.

##### *4.8.1 Ingresos operacionales*

Del capítulo 4.2 en el aparte de *Proyección de las ventas*, se puede observar en la Tabla 14, el consolidado de las ventas del proyecto y de los ingresos que se esperan recibir en los años de proyección financiera que va desde el 2012 al 2016, resaltando que el proyecto recibirá ingresos cercanos a los 500 millones de pesos a finales del 2016. Estos datos se convierten en un input importante para el cálculo del flujo final de caja.

##### *4.8.2 Inversión pre-operacional*

Como se puede observar en el capítulo 4.5, se calcularon los valores de la inversión fija que debe hacer el proyecto para la consecución de todos los equipos del laboratorio (\$93.454.275), las herramientas y accesorios (\$984.900) y los muebles, enseres y vehículo (\$44.870.000), para un total de \$139.309.175 en cuanto a los costos fijos iniciales del proyecto.

Además de los costos fijos iniciales se calcula en este aparte la inversión pre-operacional para adecuaciones y promoción del laboratorio como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 39. Inversión pre-operacional. (Fuente: Autores)

INVERSION PREOPERACIONAL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNIDAD	VR PARCIAL
1	Adecuaciones locativas para el laboratorio	glb	1	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
2	Adecuaciones locativas para oficina	glb	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
3	Brochures y Folletos	und	200	\$ 5.000	\$ 1.000.000
4	Creacion pagina web	glb	1	\$ 250.000	\$ 250.000
5	Inscripcion paginas amarillas (virtual)	glb	1	\$ 50.000	\$ 50.000
6	Gastos de constitucion de empresa	glb	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
7	Avisos y tableros	glb	1	\$ 700.000	\$ 700.000
8	Gastos de representacion	glb	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
<b>TOTAL INVERSION PREOPERACIONAL</b>					<b>\$ 15.000.000</b>

La última parte de la inversión pre-operacional es la inversión del capital de trabajo, que son los recursos necesarios para operar el laboratorio hasta el momento en el cual él mismo se puede sostener, lo cual se calculó por el método de déficit acumulado máximo y se describe a continuación:

Tabla 40. Inversión del capital de trabajo. (Fuente: Autores)

DESCRIPCION	MESES DEL PRIMER AÑO DE OPERACIÓN												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
INGRESOS			\$ 8.963.459	\$ 8.963.459	\$ 8.963.459	\$ 17.926.919	\$ 26.890.378	\$ 26.890.378	\$ 35.853.837	\$ 26.890.378	\$ 17.926.919	\$ 35.853.837	\$ 215.123.023
EGRESOS	\$ 16.446.867	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 25.774.965	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 14.910.867	\$ 31.714.165	\$ 208.133.798
SALDO	-\$ 16.446.867	-\$ 14.910.867	-\$ 5.947.408	-\$ 5.947.408	-\$ 5.947.408	-\$ 7.848.046	\$ 11.979.511	\$ 11.979.511	\$ 20.942.970	\$ 11.979.511	\$ 3.016.052	\$ 4.139.672	
SALDO ACUMULADO	-\$ 16.446.867	-\$ 31.357.734	-\$ 37.305.141	-\$ 43.252.549	-\$ 49.199.956	<b>-\$ 57.048.002</b>	-\$ 45.068.491	-\$ 33.088.980	-\$ 12.146.010	-\$ 166.499	\$ 2.849.553	\$ 6.989.225	

La Tabla 40 muestra que se necesita un capital inicial de \$57.048.002 para arrancar el servicio y no quedarse ilíquidos durante la operación del laboratorio. La siguiente tabla resume el total de inversión pre-operacional total.

Tabla 41. Total inversión pre-operacional. (Fuente: Autores)

INVERSION TOTAL	
DESCRIPCION	VALOR
Inversion Fija	\$ 139.309.175
Inversion Preoperativa	\$ 15.000.000
Inversion Capital de Trabajo	\$ 57.048.002
<b>Total</b>	<b>\$ 211.357.177</b>

### 4.8.3 Egresos operacionales

A continuación se presentan todos los gastos y costos que se consume la operación de la empresa durante los 5 años de análisis, detallados en los materiales para la elaboración de los ensayos, la mano de obra directa e indirecta, los Costos Indirectos de Fabricación (CIF) y los gastos administrativos, además de los impuestos legales de la operación y facturación.

Inicialmente se calculan los costos de los insumos en materiales necesarios para la elaboración de los ensayos de laboratorio que requieran, teniendo en cuenta las cantidades de uso extraídas en el estudio de mercados y los precios actuales de los materiales afectados por el IPC de cada año, detallado a continuación:

Tabla 42. Análisis de insumos del laboratorio en cada año de servicio. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE INSUMOS DEL LABORATORIO EN CADA AÑO DE SERVICIO															
ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	DESCRIPCION DEL LOS INSUMOS	Und	CANTIDAD POR	VALOR UND AL AÑO						COSTOS EN MATERIALES POR AÑO				
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	Gasolina Corriente	gal	0,1	\$ 8.300	\$ 8.499	\$ 8.737	\$ 9.017	\$ 9.287	\$ 9.566	\$ 33.062	\$ 44.691	\$ 61.025	\$ 66.404	\$ 76.068
7	Límites de Contracción	Mercurio	ml	30	\$ 250	\$ 256	\$ 263	\$ 272	\$ 280	\$ 288	\$ 173.276	\$ 234.222	\$ 319.832	\$ 348.021	\$ 398.669
8	Equivalente de Arena	Cloruro de Calcio	gr	10	\$ 50	\$ 51	\$ 53	\$ 54	\$ 56	\$ 58	\$ 34.655	\$ 46.844	\$ 63.966	\$ 69.604	\$ 79.734
		Glicerina	gr	43	\$ 60	\$ 61	\$ 63	\$ 65	\$ 67	\$ 69	\$ 178.821	\$ 241.717	\$ 330.067	\$ 359.158	\$ 411.427
		Formaldehido (40%)	gr	1	\$ 80	\$ 82	\$ 84	\$ 87	\$ 90	\$ 92	\$ 5.545	\$ 7.495	\$ 10.235	\$ 11.137	\$ 12.757
17	Extracción de Asfalto	Gasolina Corriente	gal	0,2	\$ 8.300	\$ 8.499	\$ 8.737	\$ 9.017	\$ 9.287	\$ 9.566	\$ 383.518	\$ 518.412	\$ 707.896	\$ 770.286	\$ 882.388
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	Detergente	gr	20	\$ 40	\$ 41	\$ 42	\$ 43	\$ 45	\$ 46	\$ 184.828	\$ 249.837	\$ 341.154	\$ 371.222	\$ 425.247
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	Sal de Globber	gr	3000	\$ 35	\$ 36	\$ 37	\$ 38	\$ 39	\$ 40	\$ 2.425.866	\$ 3.279.110	\$ 4.477.653	\$ 4.872.292	\$ 5.581.371
39	Extracción de Nucleos de pavimentos (por nucleo)	Gasolina Corriente	gal	0,1	\$ 8.300	\$ 8.499	\$ 8.737	\$ 9.017	\$ 9.287	\$ 9.566	\$ 99.186	\$ 134.072	\$ 183.076	\$ 199.212	\$ 228.204
40	Densidad de campo con cono y arena	Arena estandar	gr	100	\$ 15	\$ 15	\$ 16	\$ 16	\$ 17	\$ 17	\$ 1.338.409	\$ 1.809.164	\$ 2.470.429	\$ 2.688.161	\$ 3.079.377
		Carburo	gr	20	\$ 20	\$ 20	\$ 21	\$ 22	\$ 22	\$ 23	\$ 356.909	\$ 482.444	\$ 658.781	\$ 716.843	\$ 821.167
<b>TOTAL COSTOS MATERIALES DIRECTOS ANUALES (IVA INCLUIDO)</b>											<b>\$ 5.214.075</b>	<b>\$ 7.048.008</b>	<b>\$ 9.624.115</b>	<b>\$ 10.472.340</b>	<b>\$ 11.996.410</b>

La mano de obra directa e indirecta extraída del *Estudio Organizacional, Recursos Humanos y Legal*, muestra la cantidad de salarios mínimos que consume la operación del laboratorio en cuanto a personal, y se proyecta el salario mínimo para cada año de la operación del laboratorio, detallándose en la Tabla 43.

Los CIF son aquellos costos que afectan directamente la prestación del servicio, como servicios públicos, arriendos, impuestos y otros; con los respectivos valores anuales y presupuestos futuros para cada año, como lo muestra la Tabla 44.



Tabla 43. Análisis de la mano de obra directa e indirecta. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE LA MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA									
ITEM	CARGO	SUELDO (SMMLV)	FACTOR DE PRESTACIONES	SUELDO TOTAL (SMMLV)	COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA				
					2012	2013	2014	2015	2016
1	LABORATORISTA	2,5	1,742	4,355	\$ 28.662.227	\$ 29.464.769	\$ 30.407.642	\$ 31.319.871	\$ 32.259.467
2	AUXILIAR DE LABORATORIO	1,5	1,742	2,613	\$ 17.197.336	\$ 17.678.862	\$ 18.244.585	\$ 18.791.923	\$ 19.355.680
3	AUXILIAR DE CAMPO	1	1,742	1,742	\$ 11.464.891	\$ 11.785.908	\$ 12.163.057	\$ 12.527.948	\$ 12.903.787
4	JEFE DE LABORATORIO	6	1,6	9,6	\$ 63.181.947	\$ 64.951.041	\$ 67.029.475	\$ 69.040.359	\$ 71.111.570
5	GERENTE DEL LABORATORIO	3	1,6	4,8	\$ 31.590.973	\$ 32.475.521	\$ 33.514.737	\$ 34.520.179	\$ 35.555.785
<b>TOTAL MANO DE OBRA ANUALES</b>					<b>\$ 152.097.374</b>	<b>\$ 156.356.101</b>	<b>\$ 161.359.496</b>	<b>\$ 166.200.281</b>	<b>\$ 171.186.289</b>

Tabla 44. CIF para cada año de producción. (Fuente: Autores)

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA CADA AÑO DE PRODUCCION														
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO PARA CADA AÑO						VALOR CIF ANUAL				
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
1	ENERGIA ELECTRICA	MES	12	\$ 300.000	\$ 307.200	\$ 315.802	\$ 325.907	\$ 335.684	\$ 345.755	\$ 3.686.400	\$ 3.789.619	\$ 3.910.887	\$ 4.028.214	\$ 4.149.060
2	SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALC.	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	\$ 2.457.600	\$ 2.526.413	\$ 2.607.258	\$ 2.685.476	\$ 2.766.040
3	ARRIENDO DE LABORATORIO	MES	12	\$ 700.000	\$ 716.800	\$ 736.870	\$ 760.450	\$ 783.264	\$ 806.762	\$ 8.601.600	\$ 8.842.445	\$ 9.125.403	\$ 9.399.165	\$ 9.681.140
4	GAS NATURAL	MES	12	\$ 50.000	\$ 51.200	\$ 52.634	\$ 54.318	\$ 55.947	\$ 57.626	\$ 614.400	\$ 631.603	\$ 651.815	\$ 671.369	\$ 691.510
5	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	MES	12	\$ 70.000	\$ 71.680	\$ 73.687	\$ 76.045	\$ 78.326	\$ 80.676	\$ 860.160	\$ 884.244	\$ 912.540	\$ 939.917	\$ 968.114
6	CALIBRACION DE EQUIPOS	AÑO	1	\$ 3.000.000	\$ 3.072.000	\$ 3.158.016	\$ 3.259.073	\$ 3.356.845	\$ 3.457.550	\$ 3.072.000	\$ 3.158.016	\$ 3.259.073	\$ 3.356.845	\$ 3.457.550
7	IMPUESTOS DE IND Y COMERCIO	AÑO	1	\$ 2.800.000	\$ 2.867.200	\$ 2.947.482	\$ 3.041.801	\$ 3.133.055	\$ 3.227.047	\$ 2.867.200	\$ 2.947.482	\$ 3.041.801	\$ 3.133.055	\$ 3.227.047
8	SEGUROS	AÑO	1	\$ 1.500.000	\$ 1.536.000	\$ 1.579.008	\$ 1.629.536	\$ 1.678.422	\$ 1.728.775	\$ 1.536.000	\$ 1.579.008	\$ 1.629.536	\$ 1.678.422	\$ 1.728.775
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION ANUAL (IVA INCLUIDO)</b>										<b>\$ 23.695.360</b>	<b>\$ 24.358.830</b>	<b>\$ 25.138.313</b>	<b>\$ 25.892.462</b>	<b>\$ 26.669.236</b>

A continuación se calculan los gastos administrativos del proyecto, aquellos que no tienen que ver con el servicio propuesto pero que influyen en su consecución, los cuales se detallan como sigue:

Tabla 45. Gastos administrativos para cada año de producción. (Fuente: Autores)

GASTOS DE SERVICIOS Y OTROS PARA CADA AÑO DE PRODUCCION														
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ANUAL						GASTOS ANUALES				
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
1	ENERGIA ELECTRICA OFICINA	MES	12	\$ 90.000	\$ 92.160	\$ 94.740	\$ 97.772	\$ 100.705	\$ 103.727	\$ 1.105.920	\$ 1.136.886	\$ 1.173.266	\$ 1.208.464	\$ 1.244.718
2	SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALC. OFICINAS	MES	12	\$ 40.000	\$ 40.960	\$ 42.107	\$ 43.454	\$ 44.758	\$ 46.101	\$ 491.520	\$ 505.283	\$ 521.452	\$ 537.095	\$ 553.208
3	ARRIENDO DE OFICINA	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	\$ 2.457.600	\$ 2.526.413	\$ 2.607.258	\$ 2.685.476	\$ 2.766.040
4	INTERNET-TELEFONO-CABLE	MES	12	\$ 112.000	\$ 114.688	\$ 117.899	\$ 121.672	\$ 125.322	\$ 129.082	\$ 1.376.256	\$ 1.414.791	\$ 1.460.064	\$ 1.503.866	\$ 1.548.982
5	CELULAR INGENIEROS	MES	12	\$ 250.000	\$ 256.000	\$ 263.168	\$ 271.589	\$ 279.737	\$ 288.129	\$ 3.072.000	\$ 3.158.016	\$ 3.259.073	\$ 3.356.845	\$ 3.457.550
6	COMBUSTIBLES CAMIONETA	MES	12	\$ 300.000	\$ 307.200	\$ 315.802	\$ 325.907	\$ 335.684	\$ 345.755	\$ 3.686.400	\$ 3.789.619	\$ 3.910.887	\$ 4.028.214	\$ 4.149.060
7	ELEMENTOS DE PAPELERIA	MES	12	\$ 150.000	\$ 153.600	\$ 157.901	\$ 162.954	\$ 167.842	\$ 172.878	\$ 1.843.200	\$ 1.894.810	\$ 1.955.444	\$ 2.014.107	\$ 2.074.530
8	ASEO Y MANUTENCION	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	\$ 2.457.600	\$ 2.526.413	\$ 2.607.258	\$ 2.685.476	\$ 2.766.040
9	CAFETERIA	MES	12	\$ 70.000	\$ 71.680	\$ 73.687	\$ 76.045	\$ 78.326	\$ 80.676	\$ 860.160	\$ 884.244	\$ 912.540	\$ 939.917	\$ 968.114
10	MANTENIMIENTO EQUIPOS DE OFICINA	MES	12	\$ 60.000	\$ 61.440	\$ 63.160	\$ 65.181	\$ 67.137	\$ 69.151	\$ 737.280	\$ 757.924	\$ 782.177	\$ 805.643	\$ 829.812
11	MANTENIMIENTO CAMIONETA	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	\$ 2.457.600	\$ 2.526.413	\$ 2.607.258	\$ 2.685.476	\$ 2.766.040
12	CONTADOR EXTERNO	MES	12	\$ 535.600	\$ 548.454	\$ 563.811	\$ 581.853	\$ 599.309	\$ 617.288	\$ 6.581.453	\$ 6.765.733	\$ 6.982.237	\$ 7.191.704	\$ 7.407.455
<b>GASTOS DIVERSOS DE LA EMPRESA ANUAL</b>										<b>\$ 27.126.989</b>	<b>\$ 27.886.544</b>	<b>\$ 28.778.914</b>	<b>\$ 29.642.281</b>	<b>\$ 30.531.550</b>

Por último, se calcula un resumen de todos los costos y gastos de operación y se obtiene la Tabla 46.

#### 4.8.4 Financiación del proyecto

El proyecto debe ser financiado para encontrar un punto de equilibrio de la inversión y la operación, y posteriormente del recaudo y ganancias del ejercicio. El

proyecto debe financiar la inversión pre operacional y se espera que se consiga un préstamo por el 50% de este valor en un crédito de libre inversión y el otro 50% sea invertido por los socios, con una prima de riesgo para los socios del 5%, con un resumen como se muestra en la Tabla 47.

Tabla 46. Costos y gastos anuales del proyecto. (Fuente: Autores)

RESUMEN DE COSTOS Y GASTOS ANUALES DEL PROYECTO					
DESCRIPCION	2012	2013	2014	2015	2016
MATERIALES DIRECTOS	\$ 5.214.075	\$ 7.048.008	\$ 9.624.115	\$ 10.472.340	\$ 11.996.410
MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA	\$ 152.097.374	\$ 156.356.101	\$ 161.359.496	\$ 166.200.281	\$ 171.186.289
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	\$ 23.695.360	\$ 24.358.830	\$ 25.138.313	\$ 25.892.462	\$ 26.669.236
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 27.126.989	\$ 27.886.544	\$ 28.778.914	\$ 29.642.281	\$ 30.531.550
<b>TOTALES ANUALES</b>	<b>\$ 208.133.798</b>	<b>\$ 215.649.484</b>	<b>\$ 224.900.838</b>	<b>\$ 232.207.364</b>	<b>\$ 240.383.485</b>
IMPUESTO 4X1000	\$ 832.535	\$ 862.598	\$ 899.603	\$ 928.829	\$ 961.534
<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>	<b>\$ 208.966.333</b>	<b>\$ 216.512.082</b>	<b>\$ 225.800.441</b>	<b>\$ 233.136.194</b>	<b>\$ 241.345.019</b>

Tabla 47. Financiación del proyecto. (Fuente: Autores)

FINANCIACION	
VALOR A FINANCIAR:	\$ 211.357.177
FINANCIACION BANCOS:	50%
APORTE SOCIOS:	50%
TASA DE INTERES lea:	28,63%
PRIMA DE RIESGO:	5%
RENTABILIDAD ESPERADA Re:	33,63%
WACC:	31,13%

#### 4.8.5 Valor de desecho de la inversión

Para calcular el valor de desecho es necesario calcular el valor restante de la depreciación al final de los 5 años del proyecto como sigue:

Tabla 48. Valor residual de la depreciación. (Fuente: Autores)

DESCRIPCION DE LA INVERSION	COSTO DE INVERSION	VIDA UTIL	DEPRECIACION ANUAL	DEPRECIACION ACUMULADA A N	VALOR EN LIBROS
Equipos de laboratorio	\$ 94.439.175	10	\$ 9.443.917	\$ 47.219.587	\$ 47.219.587
Computadores	\$ 2.700.000	3	\$ 900.000	\$ 2.700.000	\$ 0
Vehiculos	\$ 35.000.000	5	\$ 7.000.000	\$ 35.000.000	\$ 0
Muebles y enseres	\$ 7.170.000	10	\$ 717.000	\$ 3.585.000	\$ 3.585.000
<b>VALOR RESIDUAL INVERSION FIJA</b>					<b>\$ 50.804.587</b>

Con este valor de depreciación y con los datos de la financiación del proyecto se calcula el valor de desecho como sigue:

Tabla 49. Valor de desecho. (Fuente: Autores)

VALOR ESTIMADO DE VENTA FINAL AÑO 5	\$ 97.516.422
VALOR EN LIBROS	\$ 50.804.587
UTILIDAD VENTA	\$ 46.711.835
IMPUESTO DE RENTA	\$ 18.684.734
VALOR EN LIBROS	\$ 50.804.587
FLUJO DE CAJA	\$ 69.489.321
<b>VALOR DE DESECHO VD:</b>	
VALOR RESIDUAL INVERSION FIJA:	\$ 69.489.321
INVERSION CAPITAL DE TRABAJO:	\$ 57.048.002
<b>VALOR DE DESECHO VD:</b>	<b>\$ 126.537.324</b>

## 4.8.6 Flujo de caja del inversionista

Con todos los datos anteriores y por medio de un flujo de caja de comparación de ingresos versus egresos en función del tiempo, se establecen las dos variables de control de viabilidad financiera como son la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN), los cuales deben ser mayor que la WACC y que cero respectivamente para que el proyecto aplique en su viabilidad, cálculo que se representa a continuación:

Tabla 50. Flujo de caja del inversionista. (Fuente: Autores)

Flujo de Caja - Efecto de la Depreciación y Prestamo ( Final )						
FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA						
Concepto	0	1	2	3	4	5
<b>Ingresos</b>						
1 Ingresos por Ventas		\$215.123.023,02	\$290.787.707,48	\$397.073.087,53	\$432.069.260,22	\$494.949.538,46
2 Venta de Activo						\$97.516.422,36
3 Total Ingresos		\$215.123.023,02	\$290.787.707,48	\$397.073.087,53	\$432.069.260,22	\$592.465.960,82
<b>Egresos</b>						
4 Costos y Gastos del proyecto		\$208.966.333,04	\$216.512.081,57	\$225.800.441,19	\$233.136.193,68	\$241.345.018,57
5 Depreciación y Amortización		\$21.060.917,48	\$21.060.917,48	\$21.060.917,48	\$20.160.917,48	\$20.160.917,48
6 Valor en Libros Activos Vendidos						\$50.804.587,40
7 Total Egresos (4)+(5)+(6)		\$230.027.250,52	\$237.572.999,05	\$246.861.358,67	\$253.297.111,16	\$312.310.523,45
8 Utilidad Operativa (U.A.I.L.) (3)-(7)		(\$14.904.227,50)	\$53.214.708,43	\$150.211.728,86	\$178.772.149,06	\$280.155.437,37
9 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario		\$30.255.779,93	\$26.820.251,43	\$22.401.131,13	\$16.716.816,69	\$9.405.083,02
10 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (8)-(9)		(\$45.160.007,43)	\$26.394.457,00	\$127.810.597,73	\$162.055.332,37	\$270.750.354,35
11 (-) Impuesto Renta		(\$18.064.002,97)	\$10.557.782,80	\$51.124.239,09	\$64.822.132,95	\$108.300.141,74
12 Utilidad Neta (10)-(11)		(\$27.096.004,46)	\$15.836.674,20	\$76.686.358,64	\$97.233.199,42	\$162.450.212,61
<b>Ajustes Contables</b>						
13 (+) Depreciaciones y Amortización (5)		\$21.060.917,48	\$21.060.917,48	\$21.060.917,48	\$20.160.917,48	\$20.160.917,48
14 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (6)						\$50.804.587,40
15 (-) Inversiones						
16 Terrenos		\$0,00				
17 Equipos de laboratorio		(\$94.439.174,80)				
18 Computadores		(\$2.700.000,00)				
19 Muebles y enseres		(\$7.170.000,00)				
20 Vehículos		(\$35.000.000,00)				
21 Capital de Trabajo		(\$57.048.002,46)				
22 Inversion preoperativa		(\$15.000.000,00)				
23 Total Inversiones (16) al (22)		(\$211.357.177,26)				
24 (+) Ingresos por Recursos de Creditos		\$105.678.588,63				
25 (+) Recuperación de Capital de Trabajo						\$57.048.002,46
26 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos						
27 (-) abono a capital prestamo			\$11.999.750,24	\$15.435.278,73	\$19.854.399,03	\$25.538.713,48
28 Flujo Neto de Caja (12)+(13)+(14)+(23)+(24)+(25)+(26)-(27)		(\$105.678.588,63)	(\$18.034.837,22)	\$21.462.312,95	\$77.892.877,08	\$91.855.403,42
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>		<b>\$25.106.302,53</b>				
<b>TASA INTERNA DE RETORNO</b>		<b>37,69%</b>				

Este flujo demuestra que el proyecto es factible financieramente ya que genera un valor presente y una TIR apropiada para tomar una decisión de viabilidad.

#### 4.9 Evaluación Económica y Social

##### 4.9.1 Evaluación de impactos de los insumos del proyecto

Para la evaluación de impactos en el proyecto se tiene en cuenta la matriz de impactos de las evaluaciones económicas que se presenta a continuación, con el fin de analizar si estos impactos son en los insumos o en los productos, y si son costos (negativos) o beneficios (positivos) para el proyecto y que grado de influencia económica tienen hacia los consumidores.

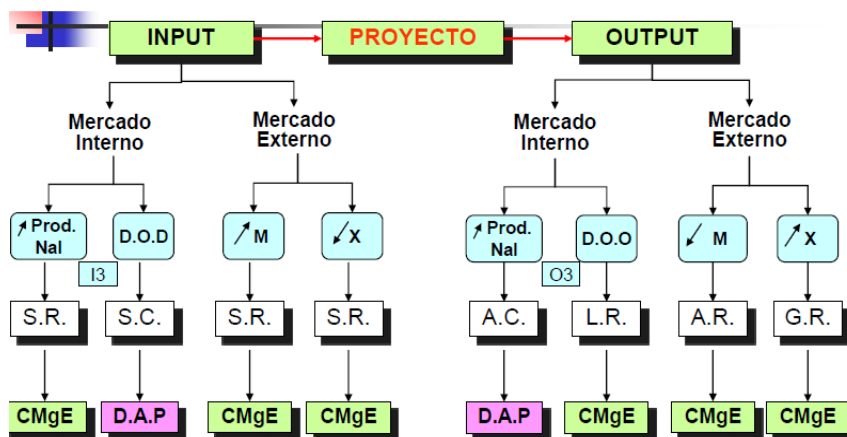


Figura 19. Matriz de impactos de las evaluaciones económicas.

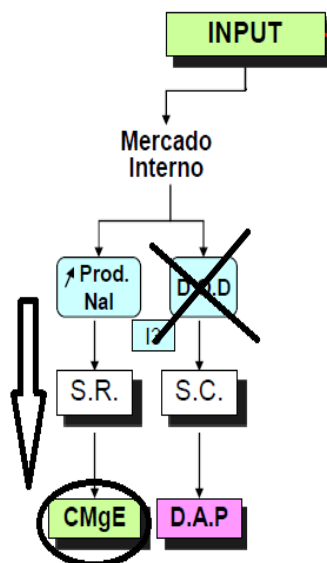
En este capítulo se hace la evaluación de impactos de los INPUT del proyecto, pero para poder efectuar dicha evaluación se debe realizar el análisis financiero de los insumos y luego se le hará su respectiva conversión a precios cuenta.

La idea de este aparte es encontrar la equivalencia de los egresos financieros del proyecto a precios económicos o precios cuenta, con el fin de determinar la viabilidad o no de la inversión desde el punto de vista económico.

Como primera medida se deben calcular las implicaciones económicas que tienen los insumos sobre el proyecto y sobre la economía nacional, por tal motivo se dividieron los insumos que tienen que ver con la adquisición de los equipos en dos grandes grupos, los de fabricación nacional (no comerciados) y los de importación (comerciados), explicación que se mostrara a continuación y que será la base para los cálculos posteriores.

*4.9.1.1 Equipos de fabricación nacional.* Para este análisis se toman los siguientes parámetros:

- Pinzuar es la empresa colombiana que fabrica equipos de laboratorio.
- Produce los equipos sobre pedidos y su capacidad de producción aun trabaja a media marcha.
- Cuando se aumenta la demanda de equipos por el nuevo proyecto, se aumenta la producción nacional y se produce un sacrificio de recursos, generando un costo marginal económico CMgE, como se ilustra en la figura.



*Figura 20.* Generación del costo marginal económico para equipos nacionales.

- Se tomará de ejemplo uno de los equipos como los moldes cilíndricos para concreto, donde se solicita una cantidad de 30 moldes con precio unitario de venta a nivel de usuarios de \$78.880 Comprado a 2011 (año 0).



Figura 21. Moldes cilíndricos para concreto.

En la siguiente figura se representa esquemáticamente el movimiento en el mercado donde hay un desplazamiento de la demanda a un solo precio de venta, generando un costo marginal económico, que se calcula multiplicando la cantidad por el valor de usuario en el mercado.

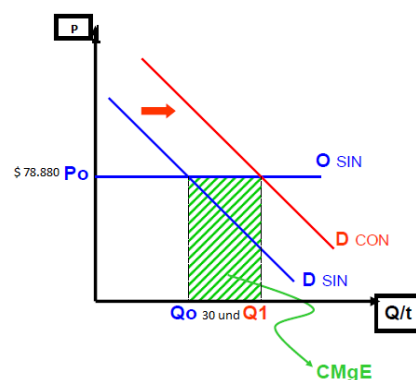


Figura 22. Movimiento en el mercado con la demanda de equipos nacionales.

Para este caso, el costo económico se calcula como sigue, siendo el procedimiento igual para los otros productos.

$$CMgE = \$78.880 \times 30 = \$2.366.400$$

El precio cuenta es de \$78.880 sin distorsiones, para el cálculo de las distorsiones se procede como se muestra en la Tabla 51. Como se observa dicha tabla, el precio cuenta con distorsiones de los cilindros es de \$55.602, con un RPC de 0,705. El RPC que será tomado para todos los insumos nacionales tal como se muestra en la Tabla 52, donde se analiza la cazuela de Casagrande y se obtiene el mismo RPC.

Tabla 51. Cálculo del precio cuenta del molde cilíndrico de concreto. (Fuente: Autores)

41 EQUIPO NACIONAL:		Molde cilindros de concreto			
SIMBOLO	DATOS	% Pp	\$/und	RPC	PRECIO CTA
(+)	Maquinaria industrial	16%	\$ 9.568	1,1	\$ 10.525
(+)	Materias primas	34%	\$ 20.143	0,9	\$ 18.129
(+)	Impuesto sobre la Materia Prima	5,4%	\$ 3.261	0	\$ 0
(+)	Transporte	10%	\$ 5.995	0,9	\$ 5.395
(+)	Servicios y otros	10%	\$ 5.995	0,85	\$ 5.096
(+)	MOC	15%	\$ 8.992	0,8	\$ 7.194
(+)	MONC	10%	\$ 5.995	0,4	\$ 2.398
	<b>Precio Productor</b>		<b>\$ 59.949</b>		
(+)	Comercializacion interna		\$ 6.310	0,8	\$ 5.048
(+)	Transporte interno		\$ 2.019	0,9	\$ 1.817
(+)	IVA de venta		\$ 10.601	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>		<b>\$ 78.880</b>	<b>0,705</b>	<b>\$ 55.602</b>

Tabla 52. Cálculo del precio cuenta del equipo de Casagrande. (Fuente: Autores)

21 EQUIPO NACIONAL:		Equipo de casagrande completo LL			
SIMBOLO	DATOS	% Pp	\$/und	RPC	PRECIO CTA
(+)	Maquinaria industrial	16%	\$ 97.085	1,1	\$ 106.794
(+)	Materias primas	34%	\$ 204.390	0,9	\$ 183.951
(+)	Impuesto sobre la Materia Prima	5,4%	\$ 33.092	0	\$ 0
(+)	Transporte	10%	\$ 60.830	0,9	\$ 54.747
(+)	Servicios y otros	10%	\$ 60.830	0,85	\$ 51.706
(+)	MOC	15%	\$ 91.246	0,8	\$ 72.996
(+)	MONC	10%	\$ 60.830	0,4	\$ 24.332
	<b>Precio Productor</b>		<b>\$ 608.304</b>		
(+)	Comercializacion interna		\$ 64.032	0,8	\$ 51.226
(+)	Transporte interno		\$ 20.490	0,9	\$ 18.441
(+)	IVA de venta		\$ 107.574	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>		<b>\$ 800.400</b>	<b>0,705</b>	<b>\$ 564.194</b>

4.9.1.2 *Equipos importados.* Para este análisis se toman los siguientes parámetros:

- Dirimpex es la empresa colombiana que importa equipos de laboratorio HUMBOLDT.
- Importa los equipos sobre pedidos según lo que el cliente demande.
- Cuando se aumenta la demanda de equipos por el nuevo proyecto, se aumentan las importaciones y se produce un sacrificio de recursos, generando un costo marginal económico CMgE, como se ilustra en la Figura 23.
- Se tomará de ejemplo uno de los equipos importados es el horno de 300°C, con precio unitario de venta de US\$1132 en EEUU y el precio de usuario es de \$3.129.680. Comprado a 2011 (año 0).

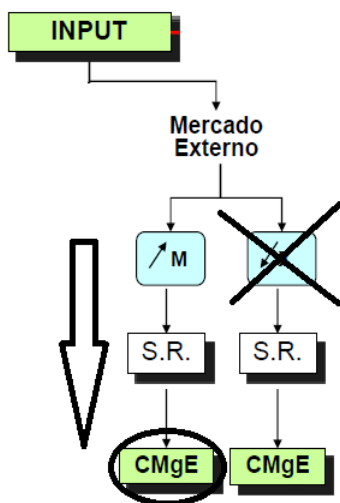


Figura 23. Generación del costo marginal económico para equipos importados.



Figura 24. Horno de 300°C.

En la siguiente figura se representa esquemáticamente el movimiento en el mercado donde hay un desplazamiento de la demanda a un solo precio internacional de venta, generando un costo marginal económico, que se calcula multiplicando la cantidad por el valor de usuario en el mercado.

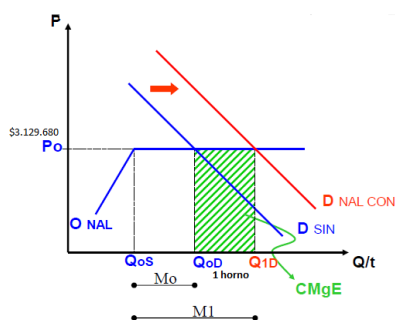


Figura 25. Movimiento en el mercado con la demanda de equipos nacionales.



Para este caso, el costo económico se calcula como sigue, siendo el procedimiento igual para los otros productos.

$$CMgE = \$3.129.680 \times 1 = \$3.129.680$$

El precio cuenta es de \$3.129.680 sin distorsiones, para el cálculo de las distorsiones se procede como sigue:

Tabla 53. Cálculo del precio cuenta del horno de 300°C. (Fuente: Autores)

6 EQUIPO IMPORTADO:		Horno de 0 a 300°C		
SIMBOLO	DATOS	\$/und	RPC	PRECIO CTA
	Precio CIF US\$/UND	\$ 1.132		
	Tasa de cambio	\$ 1.800		
(+)	Precio CIF \$/UND	\$ 2.037.422	1,18	\$ 2.404.158
(+)	Arancel 14%CIF	\$ 285.239	0	\$ 0
(+)	Costos portuarios	\$ 81.497	0,9	\$ 73.347
(+)	Transporte importacion	\$ 21.344	0,8	\$ 17.076
	<b>Precio Productor</b>	<b>\$ 2.425.502</b>		
(+)	Comercializacion interna	\$ 242.550	0,8	\$ 194.040
(+)	Transporte interno	\$ 34.739	0,9	\$ 31.266
(+)	IVA de venta	\$ 426.888	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>	<b>\$ 3.129.680</b>	<b>0,869</b>	<b>\$ 2.719.886</b>

Como se observa en la tabla anterior, el precio cuenta con distorsiones del horno es de \$2.719.886, con un RPC de 0,869, RPC que será tomado para todos los insumos importados tal como se demuestra en la siguiente tabla donde se analiza la bomba de vacío y se obtiene el mismo RPC.

Tabla 54. Cálculo del precio cuenta de la bomba de vacío. (Fuente: Autores)

15 EQUIPO IMPORTADO:		Bomba de vacio 100mm Hg		
SIMBOLO	DATOS	\$/und	RPC	PRECIO CTA
	Precio CIF US\$/UND	\$ 634		
	Tasa de cambio	\$ 1.800		
(+)	Precio CIF \$/UND	\$ 1.141.802	1,18	\$ 1.347.326
(+)	Arancel 14%CIF	\$ 159.852	0	\$ 0
(+)	Costos portuarios	\$ 45.672	0,9	\$ 41.105
(+)	Transporte importacion	\$ 11.962	0,8	\$ 9.569
	<b>Precio Productor</b>	<b>\$ 1.359.288</b>		
(+)	Comercializacion interna	\$ 135.929	0,8	\$ 108.743
(+)	Transporte interno	\$ 19.469	0,9	\$ 17.522
(+)	IVA de venta	\$ 239.235	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>	<b>\$ 1.753.920</b>	<b>0,869</b>	<b>\$ 1.524.265</b>

Con estos valores de RPC de insumos en equipos nacionales e internacionales se calculan los costos económicos de todos los equipos como sigue:

Tabla 55. Costos económicos de los insumos en equipos del proyecto en el año 0. (Fuente: Autores)

COSTO ECONOMICO DE LOS INSUMOS EN EQUIPOS DEL PROYECTO AÑO 0									
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	EQ SELECCIONADO			VALOR PARCIAL CON IVA	RPC	PRECIOS CUENTA EQUIPOS
				REF	VALOR	VALOR CON IVA			
<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>									
1	Tripode de perforacion completo	und	1	PS78	\$ 6.500.000	\$ 7.540.000	\$ 7.540.000	0,705	\$ 5.315.700
2	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2"	und	1	SP0018-2	\$ 90.000	\$ 104.400	\$ 104.400	0,869	\$ 90.724
3	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2 1/2"	und	1	SP0018-2.5	\$ 100.700	\$ 116.812	\$ 116.812	0,869	\$ 101.510
4	Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 3"	und	1	SP0018-3	\$ 105.700	\$ 122.612	\$ 122.612	0,869	\$ 106.550
5	Tuberia de perforacion y uniones 20ml	glb	1	PS68	\$ 3.600.000	\$ 4.176.000	\$ 4.176.000	0,705	\$ 2.944.080
6	Horno de 0 a 300°C	und	1	H30128	\$ 2.698.000	\$ 3.129.680	\$ 3.129.680	0,869	\$ 2.719.692
7	Balanza digital de 2kg x 0,1 g	und	1	HB-4820	\$ 1.551.400	\$ 1.799.624	\$ 1.799.624	0,869	\$ 1.563.873
8	Balanza de 4kg x 0,1g	und	1	SP4001	\$ 1.400.000	\$ 1.624.000	\$ 1.624.000	0,705	\$ 1.144.920
9	Recipientes pequeños de humedad	und	10	LT20	\$ 4.700	\$ 5.452	\$ 54.520	0,869	\$ 47.378
10	Moldes proctor estándar	und	3	CN405	\$ 70.000	\$ 81.200	\$ 243.600	0,869	\$ 211.688
11	Martillo estándar	und	3	CN415	\$ 125.000	\$ 145.000	\$ 435.000	0,869	\$ 378.015
12	Balanza de 10kg x 0,1g	und	1	HB4538AWB	\$ 1.675.250	\$ 1.943.290	\$ 1.943.290	0,869	\$ 1.688.719
13	Calibrador pie de rey electronico	und	1	PG2081	\$ 150.000	\$ 174.000	\$ 174.000	0,705	\$ 122.670
14	Picnometro de 250ml	und	1	61319525	\$ 55.000	\$ 63.800	\$ 63.800	0,869	\$ 55.442
15	Bomba de vacio 100mm Hg	und	1	28-WF2001/Z	\$ 1.512.000	\$ 1.753.920	\$ 1.753.920	0,869	\$ 1.524.156
16	Mechero Bunsen	und	1	PG74	\$ 51.000	\$ 59.160	\$ 59.160	0,705	\$ 41.708
17	Pipeta 20ML	und	1	63336170	\$ 16.200	\$ 18.792	\$ 18.792	0,869	\$ 16.330
18	Termometro de 0,1°C de precision	und	1	MA-118	\$ 98.800	\$ 114.608	\$ 114.608	0,869	\$ 99.594
19	Juego de Tamices de p200 a 3" con fondo	juego	1	850005	\$ 2.187.000	\$ 2.536.920	\$ 2.536.920	0,869	\$ 2.204.583
20	Tamiz 200 para lavado de muestras	und	1	PS43	\$ 98.000	\$ 113.680	\$ 113.680	0,705	\$ 80.144
21	Equipo de casagrande completo LL	und	1	PS11-90	\$ 690.000	\$ 800.400	\$ 800.400	0,705	\$ 564.282
22	Ranurador Casagrande	und	1	OOP590	\$ 90.000	\$ 104.400	\$ 104.400	0,705	\$ 73.602
23	Balanza de 400g x 0,01g	und	1	00B400	\$ 1.400.000	\$ 1.624.000	\$ 1.624.000	0,705	\$ 1.144.920
24	Equipo para limite plastico completo	und	1	CI251	\$ 132.400	\$ 153.584	\$ 153.584	0,869	\$ 133.464
25	Equipo de contraccion	und	1	PS-38	\$ 323.000	\$ 374.680	\$ 374.680	0,705	\$ 264.149
26	Probeta	und	1	PG21	\$ 38.000	\$ 44.080	\$ 44.080	0,705	\$ 31.076
27	Equipo de equivalente de arena	und	1	PS7	\$ 750.000	\$ 870.000	\$ 870.000	0,705	\$ 613.350
28	Equipo para consolidacion y expansion	und	1	PS-30-1	\$ 1.323.000	\$ 1.534.680	\$ 1.534.680	0,705	\$ 1.081.949
29	Gato de 20 ton	und	2		\$ 45.000	\$ 52.200	\$ 104.400	0,705	\$ 73.602
30	Dial de deformacion de 0,0001"	und	1	CO782	\$ 340.000	\$ 394.400	\$ 394.400	0,705	\$ 278.052
31	Balanza tol de 5g (20kg) Electronica	und	1	B20T	\$ 1.280.000	\$ 1.484.800	\$ 1.484.800	0,705	\$ 1.046.784
32	Moldes proctor modificado	und	6	CN404	\$ 100.000	\$ 116.000	\$ 696.000	0,869	\$ 604.824
33	Martillo modificado	und	1	CN416	\$ 200.000	\$ 232.000	\$ 232.000	0,869	\$ 201.608
34	Prensa de compresion CBR, Marshall, Inconfinada	und	1	PS27	\$ 8.950.000	\$ 10.382.000	\$ 10.382.000	0,705	\$ 7.319.310
35	Discos espaciadores CBR	und	3	CN-395	\$ 100.000	\$ 116.000	\$ 348.000	0,869	\$ 302.412
36	Sobrecargas metalicas CBR	und	15	CN557	\$ 47.700	\$ 55.332	\$ 829.980	0,869	\$ 721.253
37	Tripode para expansion CBR	und	1	PS1	\$ 58.000	\$ 67.280	\$ 67.280	0,705	\$ 47.432
38	Piston de penetracion CBR y extensiones	und	1	PS120	\$ 38.000	\$ 44.080	\$ 44.080	0,705	\$ 31.076
39	Dial de deformacion de 0,001"	und	2	H4158.1	\$ 330.240	\$ 383.078	\$ 766.157	0,869	\$ 665.790
40	Maquina compresion de cilindros y vigas concreto	und	1	PC422-105	\$ 13.480.000	\$ 15.636.800	\$ 15.636.800	0,705	\$ 11.023.944
41	Molde cilindros de concreto	und	30	PC127	\$ 68.000	\$ 78.880	\$ 2.366.400	0,705	\$ 1.668.312
42	Varilla de compactacion	und	1	PC1481	\$ 15.000	\$ 17.400	\$ 17.400	0,705	\$ 12.267
43	Estufas gas	und	1		\$ 80.000	\$ 92.800	\$ 92.800	0,705	\$ 65.424
44	Centrifuga para extracciones con filtros	und	1	PA79	\$ 3.300.000	\$ 3.828.000	\$ 3.828.000	0,705	\$ 2.698.740
45	Moldes Marshall	und	3	H-1341	\$ 89.000	\$ 103.240	\$ 309.720	0,869	\$ 269.147
46	Martillo Marshall	und	1	H-1336D	\$ 143.000	\$ 165.880	\$ 165.880	0,869	\$ 144.150
47	Pedestal de compactacion	und	1	H-1345	\$ 254.600	\$ 295.336	\$ 295.336	0,869	\$ 256.647
48	Baño de maria	und	1	PA77	\$ 980.000	\$ 1.136.800	\$ 1.136.800	0,705	\$ 801.444
49	Dial de deformacion de 0,01"	und	1	CO780	\$ 250.000	\$ 290.000	\$ 290.000	0,705	\$ 204.450
50	Termometro de 5°C de precision a 300°C	und	1	CO1611	\$ 60.000	\$ 69.600	\$ 69.600	0,705	\$ 49.068
51	Molde vigas de concreto	und	12	PC1181	\$ 120.000	\$ 139.200	\$ 1.670.400	0,705	\$ 1.177.632
52	Equipo de asentamiento concreto	und	1	PC1101-1481	\$ 85.000	\$ 98.600	\$ 98.600	0,705	\$ 69.513
53	Termometro de 2°C de vidrio	und	1	PG922	\$ 30.000	\$ 34.800	\$ 34.800	0,705	\$ 24.534
54	Picnometro de 500ml	und	1	130.234.08	\$ 67.000	\$ 77.720	\$ 77.720	0,869	\$ 67.539
55	Equipo de gravedad y absorcion agregados finos	und	1	PS8	\$ 60.000	\$ 69.600	\$ 69.600	0,705	\$ 49.068
56	Canastilla metalica grav gruesos	und	1	PS12	\$ 80.000	\$ 92.800	\$ 92.800	0,705	\$ 65.424
57	Maquina de los angeles	und	1	PC117	\$ 6.580.000	\$ 7.632.800	\$ 7.632.800	0,705	\$ 5.381.124
58	Plantilla alargamiento	und	1	PC130	\$ 250.000	\$ 290.000	\$ 290.000	0,705	\$ 204.450
59	Plantilla aplanamiento	und	1	PC131	\$ 150.000	\$ 174.000	\$ 174.000	0,705	\$ 122.670
60	Gato de tornillo de 6t	und	1		\$ 92.000	\$ 106.720	\$ 106.720	0,705	\$ 75.238
61	Celda de carga de 1 ton	und	1	CO718	\$ 350.000	\$ 406.000	\$ 406.000	0,705	\$ 286.230
62	Celda de carga de 2,5 ton	und	1	CO2608	\$ 420.000	\$ 487.200	\$ 487.200	0,705	\$ 343.476
63	Soporte para dial	und	2	PG142	\$ 32.000	\$ 37.120	\$ 74.240	0,705	\$ 52.339
64	Extractor de nucleos	und	1	PA69-3	\$ 7.055.000	\$ 8.183.800	\$ 8.183.800	0,705	\$ 5.769.579
65	Equipo cono y arena	und	2	PS22	\$ 155.000	\$ 179.800	\$ 359.600	0,705	\$ 253.518
66	Humedometro (Speedy)	und	1	PS15	\$ 2.100.000	\$ 2.436.000	\$ 2.436.000	0,705	\$ 1.717.380
67	Bandeja metalica	und	1	PG285	\$ 62.000	\$ 71.920	\$ 71.920	0,705	\$ 50.704
<b>COSTO ECONOMICO DE EQUIPOS Y TECNOLOGIA (IVA INCLUIDO)</b>									<b>\$ 68.560.424</b>

*Costos económicos adicionales año 0.* Adicional a los costos económicos por insumos adquiridos, hay que sumar los costos económicos debido a los gastos y costos incurridos en el año 0 del proyecto a año de inversión.

Primero se calcula el costo económico de la inversión en herramientas, para lo cual se obtiene un RPC de los mismos como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 56. Cálculo del precio cuenta de la pala-drago. (Fuente: Autores)

7 HERRAMIENTA NACIONAL: Paladraga					
SIMBOLO	DATOS	% Pp	\$/und	RPC	PRECIO CTA
(+)	Fabricacion de herramientas	85%	\$ 39.205	0,8	\$ 31.364
(+)	Transporte	10%	\$ 4.612	0,9	\$ 4.151
(+)	Servicios y otros	5%	\$ 2.306	0,85	\$ 1.960
	<b>Precio Productor</b>		<b>\$ 46.123</b>		
(+)	Comercializacion interna		\$ 4.792	0,8	\$ 3.834
(+)	Transporte interno		\$ 839	0,9	\$ 755
(+)	IVA de venta		\$ 8.146	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>		<b>\$ 59.900</b>	<b>0,702</b>	<b>\$ 42.063</b>

Esta tabla muestra un RPC de 0,702 para compra de herramientas nacionales, con el mismo análisis hecho a los insumos se calcula el costo económico total de los accesorios y herramientas, como se muestra a continuación:

Tabla 57. Inversión en accesorios y herramientas del laboratorio. (Fuente: Autores)

INVERSION EN ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR CON IVA	VALOR PARCIAL	RPC	PRECIO CTA
ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS							
1	Caja para transporte de muestras	und	1	\$ 62.000	\$ 62.000	0,702	\$ 43.524
2	Regla metalica enrrasadora	und	1	\$ 15.000	\$ 15.000	0,702	\$ 10.530
3	Pala	und	2	\$ 29.900	\$ 59.800	0,702	\$ 41.980
4	Palustre	und	2	\$ 9.500	\$ 19.000	0,702	\$ 13.338
5	Escoba	und	1	\$ 6.000	\$ 6.000	0,702	\$ 4.212
6	Cinta Metrica	und	2	\$ 8.000	\$ 16.000	0,702	\$ 11.232
7	Paladraga	und	1	\$ 59.900	\$ 59.900	0,702	\$ 42.050
8	Recipientes metalicos	und	20	\$ 6.200	\$ 124.000	0,702	\$ 87.048
9	Guantes de carnaza	und	5	\$ 6.300	\$ 31.500	0,702	\$ 22.113
10	Espatula	und	1	\$ 5.000	\$ 5.000	0,702	\$ 3.510
11	Cuchillo	und	1	\$ 4.800	\$ 4.800	0,702	\$ 3.370
12	Embudo	und	1	\$ 2.500	\$ 2.500	0,702	\$ 1.755
13	Brocha	und	2	\$ 12.900	\$ 25.800	0,702	\$ 18.112
14	Guantes de asbesto caucho	und	2	\$ 9.500	\$ 19.000	0,702	\$ 13.338
15	Cronometro digital	und	1	\$ 35.000	\$ 35.000	0,702	\$ 24.570
16	Mona de caucho	und	1	\$ 12.000	\$ 12.000	0,702	\$ 8.424
17	Recipientes plasticos	und	5	\$ 5.000	\$ 25.000	0,702	\$ 17.550
18	Tiza	und	10	\$ 500	\$ 5.000	0,702	\$ 3.510
19	Pulidora	und	1	\$ 99.900	\$ 99.900	0,702	\$ 70.130
20	Cinzel	und	2	\$ 13.900	\$ 27.800	0,702	\$ 19.516
21	Martillo	und	2	\$ 25.000	\$ 50.000	0,702	\$ 35.100
22	Cuchara	und	2	\$ 2.500	\$ 5.000	0,702	\$ 3.510
23	Carretilla	und	1	\$ 99.900	\$ 99.900	0,702	\$ 70.130
24	Juego de herramientas	und	1	\$ 175.000	\$ 175.000	0,702	\$ 122.850
<b>COSTO ECONOMICO EN HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS (IVA INCLUIDO)</b>							<b>\$ 691.400</b>

Se calculan también los costos económicos que equivalen a la inversión inicial en el año 0 correspondiente a los muebles y enseres necesarios para dotar el laboratorio y las oficinas de la empresa. Para la selección de RPC se acude al registro de precios cuenta del Departamento Nacional de Planeación DNP, teniendo en cuenta el código 8640-0 equipos de oficina con  $RPC=0,79$  y el 8740-0 equipos de transporte con  $RPC=0,79$ , y se el costo económico de muebles, enseres y vehículos, relacionado a continuación.

Tabla 58. Inversión en muebles, enseres y vehículos. (Fuente: Autores)

INVERSION EN MUEBLES, ENSERES Y VEHICULOS							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR CON IVA	VALOR PARCIAL	RPC	PRECIO CTA
<b>MUEBLES Y ENSERES</b>							
1	Escritorios	und	3	\$ 400.000	\$ 1.200.000	0,79	\$ 948.000
2	Computador	und	2	\$ 1.200.000	\$ 2.400.000	0,79	\$ 1.896.000
3	Sillas Plasticas	und	4	\$ 20.000	\$ 80.000	0,79	\$ 63.200
4	Sillas de oficina	und	2	\$ 60.000	\$ 120.000	0,79	\$ 94.800
5	Juego de muebles	juego	1	\$ 600.000	\$ 600.000	0,79	\$ 474.000
6	Impresora multifuncional	und	1	\$ 200.000	\$ 200.000	0,79	\$ 158.000
7	Telefono-fax	und	1	\$ 100.000	\$ 100.000	0,79	\$ 79.000
8	Archivadores	und	1	\$ 300.000	\$ 300.000	0,79	\$ 237.000
9	Estantes de madera para laboratorio	und	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000	0,79	\$ 948.000
10	Masa redonda para reunion	und	1	\$ 300.000	\$ 300.000	0,79	\$ 237.000
11	Sillas para reunion	und	4	\$ 60.000	\$ 240.000	0,79	\$ 189.600
12	Decoracion	glb	1	\$ 200.000	\$ 200.000	0,79	\$ 158.000
13	Aires acondicionados	und	2	\$ 900.000	\$ 1.800.000	0,79	\$ 1.422.000
14	Abanicos	und	2	\$ 90.000	\$ 180.000	0,79	\$ 142.200
15	Nevera	und	1	\$ 950.000	\$ 950.000	0,79	\$ 750.500
<b>VEHICULOS</b>							
15	Camioneta de estacas	und	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	0,79	\$ 27.650.000
<b>COSTOS ECONOMICO MUEBLES, ENSERES Y VEHICULOS (IVA INCLUIDO)</b>							<b>\$ 35.447.300</b>

Por último se calcula el costo económico de la inversión pre-operacional, correspondiente a gastos necesarios para la iniciación del proyecto, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 59. Inversión pre-operacional. (Fuente: Autores)

INVERSION PREOPERACIONAL							
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNIDAD	VR PARCIAL	RPC	PRECIO CTA
1	Adecuaciones locativas para el laboratorio	glb	1	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000	0,79	\$ 6.320.000
2	Adecuaciones locativas para oficina	glb	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	0,79	\$ 1.975.000
3	Brochures y Folletos	und	200	\$ 5.000	\$ 1.000.000	0,81	\$ 810.000
4	Creacion pagina web	glb	1	\$ 250.000	\$ 250.000	1	\$ 250.000
5	Inscripcion paginas amarillas (virtual)	glb	1	\$ 50.000	\$ 50.000	0,76	\$ 38.000
6	Gastos de constitucion de empresa	glb	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	1	\$ 1.500.000
7	Avisos y tableros	glb	1	\$ 700.000	\$ 700.000	0,71	\$ 497.000
8	Gastos de representacion	glb	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	1	\$ 1.000.000
<b>COSTOS ECONOMICO DE INVERSION PREOPERACIONAL</b>							<b>\$ 12.390.000</b>

*Costos económicos operacionales del año 1 al 5 de servicio.* A continuación se presentan unos cuadros que consolidan la proyección de costos económicos para cada uno de los egresos financieros presentados en la parte de evaluación financiera, teniendo en cuenta los RPC encontrados en el documento del DNP equivalente para cada uno de los ítems respectivos.

Tabla 60. Análisis de insumos del laboratorio en cada año de servicio, con RPC. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE INSUMOS DEL LABORATORIO EN CADA AÑO DE SERVICIO																
ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	DESCRIPCION DEL LOS INSUMOS	Und	CANTIDAD POR	VALOR UND AL AÑO						RPC	COSTOS EN MATERIALES POR AÑO				
					2011	2012	2013	2014	2015	2016		2012	2013	2014	2015	2016
1	Estudio de Suelos (metro	Gasolina Corriente	gal	0,1	\$ 8.300	\$ 8.499	\$ 8.737	\$ 9.017	\$ 9.287	\$ 9.566	0,780	\$ 25.788	\$ 34.859	\$ 47.600	\$ 51.795	\$ 59.333
7	Limites de Contracción	Mercurio	ml	30	\$ 250	\$ 256	\$ 263	\$ 272	\$ 280	\$ 288	0,790	\$ 136.888	\$ 185.035	\$ 252.668	\$ 274.936	\$ 314.949
8	Equivalente de Arena	Cloruro de Calcio	gr	10	\$ 50	\$ 51	\$ 53	\$ 54	\$ 56	\$ 58	0,790	\$ 27.378	\$ 37.007	\$ 50.534	\$ 54.987	\$ 62.990
		Glicerina	gr	43	\$ 60	\$ 61	\$ 63	\$ 65	\$ 67	\$ 69	0,810	\$ 144.845	\$ 195.791	\$ 267.354	\$ 290.918	\$ 333.256
		Formaldehido (40%)	gr	1	\$ 80	\$ 82	\$ 84	\$ 87	\$ 90	\$ 92	0,790	\$ 4.380	\$ 5.921	\$ 8.085	\$ 8.798	\$ 10.078
17	Extracción de Asfalto	Gasolina Corriente	gal	0,2	\$ 8.300	\$ 8.499	\$ 8.737	\$ 9.017	\$ 9.287	\$ 9.566	0,780	\$ 299.144	\$ 404.361	\$ 552.159	\$ 600.823	\$ 688.263
20	los Agregados Extraídos de	Detergente	gr	20	\$ 40	\$ 41	\$ 42	\$ 43	\$ 45	\$ 46	0,750	\$ 138.621	\$ 187.378	\$ 255.866	\$ 278.417	\$ 318.935
24	Resistencia de Agregados	Sal de Globber	gr	3000	\$ 35	\$ 36	\$ 37	\$ 38	\$ 39	\$ 40	0,790	\$ 1.916.434	\$ 2.590.497	\$ 3.537.346	\$ 3.849.111	\$ 4.409.283
39	Extracción de Nucleos de	Gasolina Corriente	gal	0,1	\$ 8.300	\$ 8.499	\$ 8.737	\$ 9.017	\$ 9.287	\$ 9.566	0,780	\$ 77.365	\$ 104.576	\$ 142.800	\$ 155.385	\$ 177.999
40	Densidad de campo con cono y arena	Arena estandar	gr	100	\$ 15	\$ 15	\$ 16	\$ 16	\$ 17	\$ 17	0,800	\$ 1.070.727	\$ 1.447.331	\$ 1.976.343	\$ 2.150.529	\$ 2.463.502
		Carburo	gr	20	\$ 20	\$ 20	\$ 21	\$ 22	\$ 22	\$ 23	0,790	\$ 281.958	\$ 381.131	\$ 520.437	\$ 566.306	\$ 648.722
<b>COSTOS ECONOMICOS INSUMOS PROYECTADOS ANUALMENTE (IVA INCLUIDO)</b>											<b>\$ 4.123.529</b>	<b>\$ 5.573.887</b>	<b>\$ 7.611.191</b>	<b>\$ 8.282.006</b>	<b>\$ 9.487.310</b>	

Tabla 61. Análisis de la mano de obra directa e indirecta, con RPC. (Fuente: Autores)

ANÁLISIS DE LA MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA										
ITEM	CARGO	SUELDO (SMMLV)	FACTOR DE PRESTACIONES	SUELDO TOTAL (SMMLV)	RPC	COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA				
						2012	2013	2014	2015	2016
1	LABORATORISTA	2,5	1,742	4,355	0,6	\$ 17.197.336	\$ 17.678.862	\$ 18.244.585	\$ 18.791.923	\$ 19.355.680
2	AUXILIAR DE LABORATORIO	1,5	1,742	2,613	0,6	\$ 10.318.402	\$ 10.607.317	\$ 10.946.751	\$ 11.275.154	\$ 11.613.408
3	AUXILIAR DE CAMPO	1	1,742	1,742	0,6	\$ 6.878.934	\$ 7.071.545	\$ 7.297.834	\$ 7.516.769	\$ 7.742.272
4	JEFE DE LABORATORIO	6	1,6	9,6	1	\$ 63.181.947	\$ 64.951.041	\$ 67.029.475	\$ 69.040.359	\$ 71.111.570
5	GERENTE DEL LABORATORIO	3	1,6	4,8	0,87	\$ 27.484.147	\$ 28.253.703	\$ 29.157.822	\$ 30.032.556	\$ 30.933.533
<b>TOTAL COSTOS ECONOMICOS DE MANO DE OBRA ANUALES</b>						<b>\$ 125.060.766</b>	<b>\$ 128.562.468</b>	<b>\$ 132.676.467</b>	<b>\$ 136.656.761</b>	<b>\$ 140.756.463</b>

Tabla 62. CIF para cada año de producción, con RPC. (Fuente: Autores)

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA CADA AÑO DE PRODUCCION															
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO PARA CADA AÑO						RPC	VALOR CIF ANUAL				
				2011	2012	2013	2014	2015	2016		2012	2013	2014	2015	2016
1	ENERGIA ELECTRICA	IMES	12	\$ 300.000	\$ 307.200	\$ 315.802	\$ 325.907	\$ 335.684	\$ 345.755	0,79	\$ 2.912.256	\$ 2.993.799	\$ 3.089.601	\$ 3.182.289	\$ 3.277.757
2	SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALC.	IMES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	2,65	\$ 6.512.640	\$ 6.694.994	\$ 6.909.234	\$ 7.116.511	\$ 7.330.006
3	ARRIENDO DE LABORATORIO	IMES	12	\$ 700.000	\$ 716.800	\$ 736.870	\$ 760.450	\$ 783.264	\$ 806.762	1	\$ 8.601.600	\$ 8.842.445	\$ 9.125.403	\$ 9.399.165	\$ 9.681.140
4	GAS NATURAL	IMES	12	\$ 50.000	\$ 51.200	\$ 52.634	\$ 54.318	\$ 55.947	\$ 57.626	0,87	\$ 534.528	\$ 549.495	\$ 567.079	\$ 584.091	\$ 601.614
5	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	IMES	12	\$ 70.000	\$ 71.680	\$ 73.687	\$ 76.045	\$ 78.326	\$ 80.676	0,6	\$ 516.096	\$ 530.547	\$ 547.524	\$ 563.950	\$ 580.868
6	CALIBRACION DE EQUIPOS	AÑO	1	\$ 3.000.000	\$ 3.072.000	\$ 3.158.016	\$ 3.259.073	\$ 3.356.845	\$ 3.457.550	1	\$ 3.072.000	\$ 3.158.016	\$ 3.259.073	\$ 3.356.845	\$ 3.457.550
7	IMPUESTOS DE IND Y COMERCIO	AÑO	1	\$ 2.800.000	\$ 2.867.200	\$ 2.947.482	\$ 3.041.801	\$ 3.133.055	\$ 3.227.047	0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
8	SEGUROS	AÑO	1	\$ 1.500.000	\$ 1.536.000	\$ 1.579.008	\$ 1.629.536	\$ 1.678.422	\$ 1.728.775	0,71	\$ 1.090.560	\$ 1.121.096	\$ 1.156.971	\$ 1.191.680	\$ 1.227.430
<b>TOTAL COSTOS ECONOMICOS INDIRECTOS DE FABRICACION ANUAL</b>											<b>\$ 23.239.680</b>	<b>\$ 23.890.391</b>	<b>\$ 24.654.884</b>	<b>\$ 25.394.530</b>	<b>\$ 26.156.366</b>

Todos los datos calculados en las Tablas 60, 61, 62 y 63, alimentarán el flujo de caja económico del proyecto en la parte de costos económicos por sacrificio de recursos.

Tabla 63. Gastos administrativos para cada año de producción, con RPC. (Fuente: Autores)

GASTOS DE SERVICIOS Y OTROS PARA CADA AÑO DE PRODUCCION																
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ANUAL					RPC	GASTOS ANUALES						
				2011	2012	2013	2014	2015		2016	2012	2013	2014	2015	2016	
1	ENERGIA ELECTRICA OFICINA	MES	12	\$ 90.000	\$ 92.160	\$ 94.740	\$ 97.772	\$ 100.705	\$ 103.727	0,79	\$ 873.677	\$ 898.140	\$ 926.880	\$ 954.687	\$ 983.327	
2	SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALC. OFICINAS	MES	12	\$ 40.000	\$ 40.960	\$ 42.107	\$ 43.454	\$ 44.758	\$ 46.101	2,65	\$ 1.302.528	\$ 1.338.999	\$ 1.381.847	\$ 1.423.302	\$ 1.466.001	
3	ARRIENDO DE OFICINA	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	1	\$ 2.457.600	\$ 2.526.413	\$ 2.607.258	\$ 2.685.476	\$ 2.766.040	
4	INTERNET-TELEFONO-CABLE	MES	12	\$ 112.000	\$ 114.688	\$ 117.899	\$ 121.672	\$ 125.322	\$ 129.082	0,76	\$ 1.045.955	\$ 1.075.241	\$ 1.109.649	\$ 1.142.938	\$ 1.177.227	
5	CELULAR INGENIEROS	MES	12	\$ 250.000	\$ 256.000	\$ 263.168	\$ 271.589	\$ 279.737	\$ 288.129	0,76	\$ 2.334.720	\$ 2.400.092	\$ 2.476.895	\$ 2.551.202	\$ 2.627.738	
6	COMBUSTIBLES CAMIONETA	MES	12	\$ 300.000	\$ 307.200	\$ 315.802	\$ 325.907	\$ 335.684	\$ 345.755	0,78	\$ 2.875.392	\$ 2.955.903	\$ 3.050.492	\$ 3.142.007	\$ 3.236.267	
7	ELEMENTOS DE PAPELERIA	MES	12	\$ 150.000	\$ 153.600	\$ 157.901	\$ 162.954	\$ 167.842	\$ 172.878	0,81	\$ 1.492.992	\$ 1.534.796	\$ 1.583.909	\$ 1.631.427	\$ 1.680.369	
8	ASEO Y MANUTENCION	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	0,6	\$ 1.474.560	\$ 1.515.848	\$ 1.564.355	\$ 1.611.285	\$ 1.659.624	
9	CAFETERIA	MES	12	\$ 70.000	\$ 71.680	\$ 73.687	\$ 76.045	\$ 78.326	\$ 80.676	0,79	\$ 679.526	\$ 698.553	\$ 720.907	\$ 742.534	\$ 764.810	
10	MANTENIMIENTO EQUIPOS DE OFICINA	MES	12	\$ 60.000	\$ 61.440	\$ 63.160	\$ 65.181	\$ 67.137	\$ 69.151	0,6	\$ 442.368	\$ 454.754	\$ 469.306	\$ 483.386	\$ 497.887	
11	MANTENIMIENTO CAMIONETA	MES	12	\$ 200.000	\$ 204.800	\$ 210.534	\$ 217.272	\$ 223.790	\$ 230.503	0,6	\$ 1.474.560	\$ 1.515.848	\$ 1.564.355	\$ 1.611.285	\$ 1.659.624	
12	CONTADOR EXTERNO	MES	12	\$ 535.600	\$ 548.454	\$ 563.811	\$ 581.853	\$ 599.309	\$ 617.288	1	\$ 6.581.453	\$ 6.765.733	\$ 6.982.237	\$ 7.191.704	\$ 7.407.455	
<b>TOTAL COSTOS ECONOMICOS DE ADMINISTRACION OPERACIONAL ANUAL</b>												<b>\$ 23.035.331</b>	<b>\$ 23.680.320</b>	<b>\$ 24.438.090</b>	<b>\$ 25.171.233</b>	<b>\$ 25.926.370</b>

#### 4.9.2 Evaluación de impactos de los servicios del proyecto

Para la evaluación de impactos de los servicios en el proyecto se tiene en cuenta la matriz de impactos de las evaluaciones económicas que se presenta al inicio del capítulo (Figura 19), con el fin de analizar si estos impactos afectan el mercado interno o externo y que grado de influencia económica tienen hacia los consumidores.

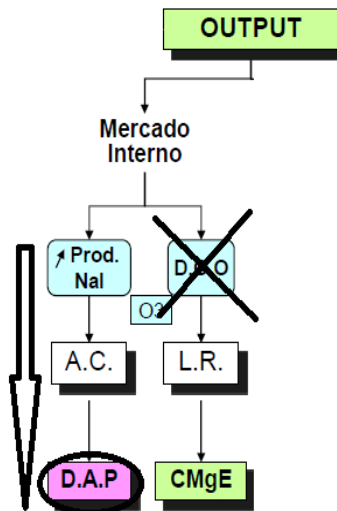
En este capítulo se hace la evaluación de impactos de los OUTPUT del proyecto, pero para poder efectuar dicha evaluación se debe realizar el análisis financiero de los ingresos por servicios y luego se le hará su respectiva conversión a precios cuenta.

*4.9.2.1 Evaluación económica de los servicios del año 1 al 5.* Para la evaluación económica de los servicios prestados por INGELAB, en primera instancia se debe calcular el método de apreciación del precio cuenta, teniendo en cuenta la forma de afectación del servicio al mercado existente y como económicamente se posiciona.

Para realizar este análisis, se escogió un ensayo que ofrezcan todos los oferentes de la ciudad y que se pueda analizar los precios y las cantidades del mercado. Por esta razón se concretan los siguientes puntos:

- Se escoge el servicio de granulometría que es uno de los ensayos más comunes y todas las 6 empresas oferentes lo ofrecen.
- El ensayo se ofrece para satisfacer la demanda de la ciudad de Cartagena.

- Cuando se aumenta la oferta de ensayos de granulometría por el nuevo proyecto, se aumenta la producción nacional y se produce un aumento del consumo, generando un Beneficio económico que es la DAP.



*Figura 26.* Generación del beneficio económico (DAP).

- Se tomará de ejemplo el ensayo de granulometría donde se demostrara a continuación el estado del mercado y el cálculo del beneficio a través de las curvas de oferta sin y con proyecto. Análisis a 2012 (año 1 del proyecto).



*Figura 27.* Tamices para el ensayo de granulometría.

En la siguiente figura se representa esquemáticamente el movimiento en el mercado donde hay un desplazamiento de la oferta a un solo precio de demanda, que generalmente es el precio más alto del mercado como se explicará más adelante, generando una disponibilidad a pagar, que se calcula multiplicando la cantidad por el mayor valor demandado en el mercado.

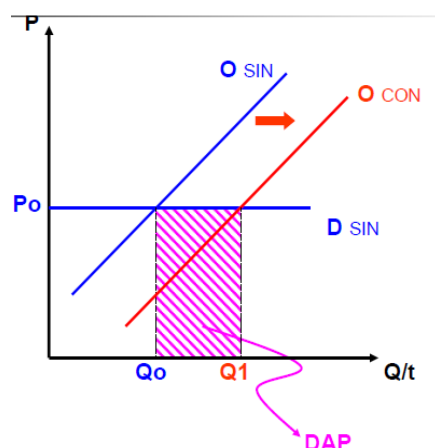


Figura 28. Movimiento en el mercado con la oferta del proyecto.

Para este caso, el beneficio económico se calcula como se explicará en el ejemplo de la gradación, procedimiento igual para los otros productos. Para el análisis del ensayo de granulometría se debe examinar primeramente la oferta del mercado sin proyecto y la forma como se comporta:

Tabla 64. Oferta del mercado sin proyecto. (Fuente: Autores)

OFERTA SIN PROYECTO			
Empresa	Cantidad	Cantidad acumulada	Precio
Emiro Vanegas	18	18	\$ 21.000
MER ING	13	31	\$ 30.000
Ernesto Merlano	16	47	\$ 30.000
CH Pereira	33	80	\$ 30.000
Geoconsultas	17	97	\$ 46.200
Antonio Cogollo	45	142	\$ 50.000

En la tabla anterior se observa el comportamiento de la oferta, ya que en la medida que se ofrecen más servicios el precio aumenta, descripción típica de la curva. A continuación se introduce en la tabla la cantidad y el precio del ensayo de granulometría para INGELAB, descritos con mayor claridad en el *Estudio de Mercados*, y se nota que el precio cuenta sin distorsiones sigue siendo \$50.000 cuando el servicio nuevo entra al mercado:



Tabla 65. Oferta del mercado con proyecto. (Fuente: Autores)

OFERTA CON PROYECTO			
Empresa	Cantidad	Cantidad acumulada	Precio
Emiro Vanegas	18	18	\$ 21.000
MER ING	13	31	\$ 30.000
Ernesto Merlano	16	47	\$ 30.000
CH Pereira	33	80	\$ 30.000
<b>Ingelab</b>	<b>31</b>	<b>111</b>	<b>\$ 34.533</b>
Geoconsultas	17	128	\$ 46.200
Antonio Cogollo	45	173	<b>\$ 50.000</b>

Gráficamente se observa el comportamiento de las graficas de oferta sin y con proyecto y como se calcula la disponibilidad a pagar para el ejemplo de la granulometría. Se debe aclarar que la demanda actual para este servicio es de 346 ensayos, y al entrar INGELAB pasa de 142 a 173 ensayos, lo que significa que la demanda se mantiene insatisfecha y que el mercado seguirá pagando la unidad numero 173 al precio más alto que actualmente ofrecen los oferentes.



Figura 29. Curvas de demanda y oferta con y sin proyecto.

El precio cuenta es de \$50.000 sin distorsiones, para el cálculo de las distorsiones se procede como se muestra en la Tabla 66. Como se observa en dicha tabla, el precio cuenta con distorsiones del ensayo de granulometría es de \$36.681, con un RPC de 0,734. El RPC será tomado para los ensayos que utilizan equipos, y para los que solo son administrativos se calcula el RPC como se muestra en la Tabla 67.

Tabla 66. Cálculo del precio cuenta del ensayo de granulometría. (Fuente: Autores)

5 PRODUCTO NACIONAL:		Granulometría por Tamizado con Lavado			
SIMBOLO	DATOS	% Pp	\$/und	RPC	PRECIO CTA
(+)	Equipos de laboratorio	34%	\$ 12.483	1,1	\$ 13.731
(+)	Materias primas	5%	\$ 1.825	0,9	\$ 1.643
(+)	Impuesto sobre la Materia Prima	0,8%	\$ 292	0	\$ 0
(+)	Transporte	10%	\$ 3.650	0,9	\$ 3.285
(+)	Servicios y otros	10%	\$ 3.650	0,85	\$ 3.103
(+)	MOC	25%	\$ 9.125	0,8	\$ 7.300
(+)	MONC	15%	\$ 5.475	0,4	\$ 2.190
	<b>Precio Productor</b>		<b>\$ 36.500</b>		
(+)	Comercializacion interna		\$ 6.000	0,8	\$ 4.800
(+)	Transporte interno		\$ 700	0,9	\$ 630
(+)	IVA de venta		\$ 6.800	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>		<b>\$ 50.000</b>	<b>0,734</b>	<b>\$ 36.681</b>

Tabla 67. Cálculo del precio cuenta de la supervisión técnica. (Fuente: Autores)

33 PRODUCTO NACIONAL:		Supervision tecnica por dias			
SIMBOLO	DATOS	% Pp	\$/und	RPC	PRECIO CTA
(+)	Equipos de laboratorio	0%	\$ 0	1,1	\$ 0
(+)	Materias primas	0%	\$ 0	0,9	\$ 0
(+)	Impuesto sobre la Materia Prima	0,0%	\$ 0	0	\$ 0
(+)	Transporte	20%	\$ 12.410	0,9	\$ 11.169
(+)	Servicios y otros	10%	\$ 6.205	0,85	\$ 5.274
(+)	MOC	65%	\$ 40.333	0,8	\$ 32.266
(+)	MONC	5%	\$ 3.103	0,4	\$ 1.241
	<b>Precio Productor</b>		<b>\$ 62.050</b>		
(+)	Comercializacion interna		\$ 10.200	0,8	\$ 8.160
(+)	Transporte interno		\$ 1.190	0,9	\$ 1.071
(+)	IVA de venta		\$ 11.560	0	\$ 0
	<b>Precio Usuario</b>		<b>\$ 85.000</b>	<b>0,696</b>	<b>\$ 59.181</b>

El RPC es de 0,696 y se usará para los ensayos que sean de orden académico de ingeniería y que no se necesiten equipos para su obtención.

Para la obtención de los precios cuenta actuales se calculan los precios más altos de los mercados entre los oferentes, valores que encajan en los precios cuenta actuales como se muestra en la Tabla 68.

Los valores de los precios más altos o precios cuentas para este caso, se insertan en el cuadro de cálculo de los beneficios económicos (Tabla 69).

Estos valores se incorporan al flujo económico y con estos datos se resuelve el valor presente neto económico (VPNE).

Tabla 68. Precios cuenta de los ensayos. (Fuente: Autores)

ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	COGOLLO	CH PEREIRA	GEOCONSULTAS	VANEGAS	MERLANO	MER	MAS ALTO
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	\$ 100.000		\$ 125.000	\$ 90.000	\$ 85.000	\$ 200.000	\$ 200.000
2	Determinación de la humedad natural	\$ 40.000		\$ 6.050	\$ 2.000	\$ 20.000	\$ 10.000	\$ 40.000
3	Peso Unitario	\$ 40.000		\$ 12.100	\$ 2.000	\$ 25.000		\$ 40.000
4	Gravedad Especifica de agregados Sólidos	\$ 50.000		\$ 26.400	\$ 5.000			\$ 50.000
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	\$ 50.000	\$ 30.000	\$ 46.200	\$ 21.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 50.000
6	Limites de Atterberg	\$ 100.000	\$ 30.000	\$ 61.600	\$ 24.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 100.000
7	Limites de Contracción	\$ 50.000		\$ 30.800		\$ 70.000		\$ 70.000
8	Equivalente de Arena	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 82.500		\$ 35.000	\$ 65.000	\$ 82.500
9	Expansión Libre y consolidación			\$ 352.000	\$ 200.000	\$ 150.000	\$ 155.000	\$ 352.000
10	Compactación Proctor Estándar	\$ 50.000	\$ 60.000	\$ 60.000		\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 60.000
11	Compactación Proctor Modificado	\$ 50.000	\$ 60.000	\$ 60.500	\$ 80.000	\$ 60.000	\$ 50.000	\$ 80.000
12	CBR Relación de soporte de California	\$ 250.000	\$ 450.000	\$ 330.000	\$ 120.000	\$ 250.000	\$ 195.000	\$ 450.000
13	Corte Directo CD			\$ 82.500	\$ 150.000	\$ 200.000		\$ 200.000
14	Resistencia a la compresión inconfina	\$ 50.000		\$ 33.000	\$ 30.000	\$ 75.000	\$ 50.000	\$ 75.000
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	\$ 20.000				\$ 25.000		\$ 25.000
16	Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	\$ 50.000		\$ 44.000		\$ 50.000		\$ 50.000
17	Extracción de Asfalto	\$ 80.000		\$ 27.500		\$ 60.000	\$ 35.000	\$ 80.000
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	\$ 25.000	\$ 75.000	\$ 38.500		\$ 40.000	\$ 35.000	\$ 75.000
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	\$ 15.000	\$ 12.000	\$ 11.000		\$ 90.000	\$ 10.000	\$ 90.000
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	\$ 50.000	\$ 30.000	\$ 28.000		\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 50.000
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	\$ 10.000	\$ 11.000	\$ 8.800		\$ 20.000	\$ 10.000	\$ 20.000
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	\$ 50.000	\$ 30.000	\$ 29.700		\$ 50.000	\$ 20.000	\$ 50.000
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	\$ 30.000		\$ 19.800		\$ 25.000	\$ 35.000	\$ 35.000
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.		\$ 320.000	\$ 250.000		\$ 250.000	\$ 60.000	\$ 320.000
25	Peso Especifico y Absorción Agregado Fino.	\$ 50.000	\$ 60.000	\$ 69.300		\$ 60.000	\$ 40.000	\$ 69.300
26	Peso Especifico y Absorción Agregado Grueso.	\$ 50.000	\$ 60.000	\$ 60.500		\$ 60.000	\$ 40.000	\$ 60.500
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	\$ 30.000	\$ 60.000	\$ 24.200		\$ 65.000		\$ 65.000
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	\$ 150.000	\$ 100.000	\$ 88.000			\$ 40.000	\$ 150.000
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	\$ 30.000		\$ 24.200		\$ 65.000		\$ 65.000
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	\$ 300.000	\$ 350.000	\$ 385.000		\$ 500.000	\$ 450.000	\$ 500.000
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	\$ 50.000				\$ 70.000		\$ 70.000
32	Apiques para vías por ml	\$ 20.000		\$ 33.000	\$ 20.000	\$ 25.000	\$ 100.000	\$ 100.000
33	Supervisión técnica por días			\$ 385.000	\$ 50.000	\$ 85.000		\$ 85.000
34	Clasificación del suelo USC	\$ 20.000		\$ 11.000		\$ 35.000		\$ 35.000
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresión		\$ 11.000	\$ 9.350				\$ 11.000
36	CBR de campo			\$ 770.000		\$ 650.000	\$ 135.000	\$ 770.000
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)			\$ 203.500		\$ 250.000		\$ 250.000
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)			\$ 605.000		\$ 600.000	\$ 450.000	\$ 605.000
39	Extracción de Núcleos de pavimentos (por núcleo)		\$ 160.000	\$ 110.000		\$ 100.000		\$ 160.000
40	Densidad de campo con cono y arena	\$ 20.000	\$ 40.000	\$ 25.000	\$ 22.000		\$ 30.000	\$ 40.000
41	Dosificación de agregados						\$ 50.000	\$ 50.000
42	Resistencia a la compresión de cilindros de suelo cemento		\$ 25.000	\$ 22.000				\$ 25.000

Tabla 69. Cálculo de los beneficios económicos. (Fuente: Autores)

ITEM	DESCRIPCION DEL ENSAYO	PRECIOS INGELAB	CANTIDAD DE ENSAYOS AL AÑO INGELAB					RPC	PRECIO MAS ALTO DEL MERCADO	BENEFICIOS ECONOMICOS ANUALES				
			2012	2013	2014	2015	2016			2012	2013	2014	2015	2016
1	Estudio de Suelos (metro lineal)	\$ 120.000	39	51	68	72	80	0,734	\$ 200.000	\$ 5.710.520	\$ 7.508.820	\$ 9.935.424	\$ 10.496.200	\$ 11.673.536
2	Determinación de la humedad natural	\$ 15.610	759	997	1320	1394	1551	0,734	\$ 40.000	\$ 22.271.028	\$ 29.284.398	\$ 38.748.154	\$ 40.935.180	\$ 45.526.790
3	Peso Unitario	\$ 19.775	23	30	39	41	46	0,734	\$ 40.000	\$ 662.420	\$ 871.023	\$ 1.152.509	\$ 1.217.559	\$ 1.354.130
4	Gravedad Especifica de agregados Sólidos	\$ 27.133	23	30	39	41	46	0,734	\$ 50.000	\$ 828.025	\$ 1.088.779	\$ 1.440.636	\$ 1.521.949	\$ 1.692.663
5	Granulometría por Tamizado con Lavado	\$ 34.533	242	318	421	445	495	0,734	\$ 50.000	\$ 8.879.859	\$ 11.676.215	\$ 15.448.584	\$ 16.321.591	\$ 18.152.348
6	Limites de Atterberg	\$ 45.933	242	318	421	445	495	0,734	\$ 100.000	\$ 17.759.717	\$ 23.352.430	\$ 30.899.169	\$ 32.643.182	\$ 36.304.697
7	Limites de Contracción	\$ 50.267	23	30	39	41	46	0,734	\$ 70.000	\$ 1.159.236	\$ 1.524.280	\$ 2.016.891	\$ 2.130.728	\$ 2.369.728
8	Equivalente de Arena	\$ 35.000	68	89	118	124	138	0,734	\$ 82.500	\$ 4.098.726	\$ 5.389.456	\$ 7.131.151	\$ 7.533.668	\$ 8.378.680
9	Expansión Libre y consolidación	\$ 214.250	23	30	39	41	46	0,734	\$ 352.000	\$ 8.229.299	\$ 7.655.003	\$ 10.142.081	\$ 10.714.521	\$ 11.916.346
10	Compactación Proctor Estándar	\$ 50.000	23	30	39	41	46	0,734	\$ 60.000	\$ 993.630	\$ 1.306.535	\$ 1.728.764	\$ 1.826.338	\$ 2.031.195
11	Compactación Proctor Modificado	\$ 50.000	61	81	107	113	126	0,734	\$ 80.000	\$ 3.609.049	\$ 4.745.574	\$ 6.279.188	\$ 6.633.598	\$ 7.377.673
12	CBR Relación de soporte de California	\$ 265.833	45	59	79	83	92	0,734	\$ 450.000	\$ 14.904.457	\$ 19.598.020	\$ 25.931.457	\$ 27.395.082	\$ 30.467.929
13	Corte Directo CD	\$ 144.167	0	0	0	0	0	0,734	\$ 200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
14	Resistencia a la compresión inconfina	\$ 47.600	39	51	68	72	80	0,734	\$ 75.000	\$ 2.141.445	\$ 2.815.808	\$ 3.725.784	\$ 3.936.075	\$ 4.377.576
15	Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto	\$ 20.000	68	89	118	124	138	0,734	\$ 25.000	\$ 1.242.038	\$ 1.633.168	\$ 2.160.955	\$ 2.282.924	\$ 2.538.994
16	Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica	\$ 44.000	226	297	393	415	461	0,734	\$ 50.000	\$ 8.280.254	\$ 10.887.789	\$ 14.406.365	\$ 15.219.490	\$ 16.926.627
17	Extracción de Asfalto	\$ 50.625	226	297	393	415	461	0,734	\$ 80.000	\$ 13.248.406	\$ 17.420.462	\$ 23.050.184	\$ 24.351.184	\$ 27.082.601
18	Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall	\$ 42.700	226	297	393	415	461	0,734	\$ 75.000	\$ 12.420.381	\$ 16.331.684	\$ 21.609.547	\$ 22.829.235	\$ 25.389.941
19	Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios	\$ 27.600	226	297	393	415	461	0,734	\$ 90.000	\$ 4.904.457	\$ 10.588.020	\$ 25.931.457	\$ 27.395.082	\$ 30.467.929
20	Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas	\$ 28.000	226	297	393	415	461	0,734	\$ 50.000	\$ 8.280.254	\$ 10.887.789	\$ 14.406.365	\$ 15.219.490	\$ 16.926.627
21	Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla	\$ 11.960	490	644	853	901	1002	0,734	\$ 20.000	\$ 7.195.255	\$ 9.461.113	\$ 12.518.624	\$ 13.225.212	\$ 14.708.655
22	Análisis Granulométrico por Tamizado	\$ 35.940	39	51	68	72	80	0,734	\$ 50.000	\$ 1.427.630	\$ 1.877.205	\$ 2.483.856	\$ 2.624.056	\$ 2.918.384
23	Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada	\$ 19.800	23	30	39	41	46	0,734	\$ 35.000	\$ 579.618	\$ 762.145	\$ 1.008.446	\$ 1.065.364	\$ 1.184.864
24	Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos.	\$ 220.000	23	30	39	41	46	0,734	\$ 320.000	\$ 5.299.363	\$ 6.968.185	\$ 9.220.073	\$ 9.740.474	\$ 10.833.041
25	Peso Especifico y Absorción Agregado Fino.	\$ 40.000	23	30	39	41	46	0,734	\$ 69.300	\$ 1.147.643	\$ 1.509.048	\$ 1.996.722	\$ 2.109.421	\$ 2.346.031
26	Peso Especifico y Absorción Agregado Grueso.	\$ 40.000	23	30	39	41	46	0,734	\$ 60.500	\$ 1.001.911	\$ 1.317.422	\$ 1.743.170	\$ 1.841.558	\$ 2.048.122
27	Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara	\$ 44.800	226	297	393	415	461	0,734	\$ 65.000	\$ 10.764.330	\$ 14.154.126	\$ 18.728.274	\$ 19.785.337	\$ 22.004.615
28	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste	\$ 94.500	45	59	79	83	92	0,734	\$ 150.000	\$ 4.968.152	\$ 6.532.673	\$ 8.643.819	\$ 9.131.694	\$ 10.155.576
29	Índice de Alargamiento y Aplanamiento	\$ 39.733	68	89	118	124	138	0,734	\$ 65.000	\$ 3.229.299	\$ 4.246.238	\$ 5.618.482	\$ 5.935.601	\$ 6.601.385
30	Diseño de Mezcla en concreto (POR RESISTENCIA)	\$ 300.000	16	21	28	30	33	0,734	\$ 500.000	\$ 5.996.046	\$ 7.884.261	\$ 10.432.195	\$ 11.021.010	\$ 12.257.213
31	Compresión simple en Núcleos de concreto	\$ 50.000	16	21	28	30	33	0,734	\$ 70.000	\$ 839.446	\$ 1.103.797	\$ 1.460.507	\$ 1.542.941	\$ 1.716.010
32	Apiques para vías por ml	\$ 30.600	39	51	68	72	80	0,734	\$ 100.000	\$ 2.855.260	\$ 3.754.410	\$ 4.967.712	\$ 5.248.106	\$ 5.836.768
33	Supervisión técnica por días	\$ 173.333	117	153	203	215	239	0,696	\$ 85.000	\$ 6.903.972	\$ 9.078.103	\$ 12.011.846	\$ 13.689.820	\$ 14.113.210
34	Clasificación del suelo USC	\$ 22.000	39	51	68	72	80	0,696	\$ 35.000	\$ 947.604	\$ 1.246.014	\$ 1.648.685	\$ 1.741.740	\$ 1.937.107
35	Rotura de bloques y/o ladrillos a la compresión	\$ 9.350	30	40	53	56	62	0,734	\$ 11.000	\$ 244.981	\$ 322.128	\$ 426.230	\$ 450.287	\$ 500.795
36	CBR de campo	\$ 518.333	26	34	45	47	52	0,734	\$ 770.000	\$ 14.510.431	\$ 19.079.912	\$ 25.246.912	\$ 26.670.844	\$ 29.662.453
37	Diseño de Bases y subbase granulares (Sin ensayos)	\$ 203.500	23	30	39	41	46	0,696	\$ 250.000	\$ 3.925.788	\$ 5.162.058	\$ 6.830.266	\$ 7.215.780	\$ 8.025.158
38	Diseño Marshall (Sin ensayos)	\$ 450.000	0	0	0	0	0	0,696	\$ 605.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
39	Extracción de Núcleos de pavimentos (por núcleo)	\$ 100.000	117	153	203	215	239	0,734	\$ 160.000	\$ 13.705.248	\$ 18.021.168	\$ 23.845.818	\$ 25.199.880	\$ 28.016.486
40	Densidad de campo con cono y arena	\$ 20.000	871	1146	1516	1602	1781	0,734	\$ 40.000	\$ 25.583.130	\$ 33.639.514	\$ 44.510.700	\$ 47.022.976	\$ 52.297.441
41	Dosificación de agregados	\$ 50.000	0	0	0	0	0	0,696	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
42	Resistencia a la compresión de cilindros de suelo cemento	\$ 22.000	241	317	420	443	493	0,734	\$ 25.000	\$ 4.425.653	\$ 5.819.336	\$ 7.699.954	\$ 8.134.555	\$ 9.046.990
<b>BENEFICIOS ECONOMICOS ANUALES DURANTE DE LA OPERACION</b>										<b>\$ 262.773.962</b>	<b>\$ 345.524.118</b>	<b>\$ 457.186.164</b>	<b>\$ 482.990.702</b>	<b>\$ 537.166.722</b>

#### 4.9.3 Evaluación económica

Para la evaluación económica del proyecto primeramente se deben identificar todos los ingresos y todos los egresos que genera el proyecto desde el año 0 al año 5 o 2016, y luego se calcula el VPN con una tasa de interés de oportunidad del 31,13% como se calculo la de la evaluación financiera, y se procede como sigue:

Tabla 70. Flujo financiero del proyecto. (Fuente: Autores)

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO						
IMPACTO	AÑO 0 (2011)	AÑO 1 (2012)	AÑO 2 (2013)	AÑO 3 (2014)	AÑO 4 (2015)	AÑO 5 (2016)
INGRESOS	\$ 105.678.589	-\$ 6.035.087	\$ 36.897.592	\$ 97.747.276	\$ 117.394.117	\$ 290.463.720
EGRESOS	-\$ 211.357.177	\$ 11.999.750	\$ 15.435.279	\$ 19.854.399	\$ 25.538.713	\$ 32.850.447
DIFERENCIA	-\$ 105.678.589	-\$ 18.034.837	\$ 21.462.313	\$ 77.892.877	\$ 91.855.403	\$ 257.613.273
<b>VPN(31,13% DE WACC)</b>	<b>\$ 25.106.303</b>					

Este resultado genera un VPN financiero de \$25.106.303, lo que significa que es rentable financieramente.

A continuación se presenta el flujo económico del proyecto donde se identifican todos los beneficios económicos y los costos económicos calculados anteriormente en los 5 años proyectados y el año pre operacional, con el fin de calcular el VPNE con una tasa social de descuento del 31,13%, como sigue:

Tabla 71. Flujo económico del proyecto. (Fuente: Autores)

FLUJO ECONOMICO DEL PROYECTO						
IMPACTO	AÑO 0 (2011)	AÑO 1 (2012)	AÑO 2 (2013)	AÑO 3 (2014)	AÑO 4 (2015)	AÑO 5 (2016)
BENEFICIOS						
AUMENTO CONSUMO		\$ 262.773.962	\$ 345.524.118	\$ 457.186.164	\$ 482.990.702	\$ 537.166.722
COSTOS						
SACRIFICIO RECURSOS	\$ 104.699.124	\$ 175.459.306	\$ 181.707.066	\$ 189.380.631	\$ 195.504.529	\$ 202.326.509
DIFERENCIA	-\$ 104.699.124	\$ 87.314.657	\$ 163.817.052	\$ 267.805.533	\$ 287.486.173	\$ 334.840.214
<b>VPNE(31,13% DE WACC)</b>	<b>\$ 359.523.560</b>					

Este análisis genera un VPNE de \$359.523.560 unidades monetarias de bienestar, lo que significa que el proyecto es económicamente viable.

#### 4.10 Análisis de Riesgo y Sensibilidad

En el presente capítulo se realiza el análisis y la valoración cualitativa sobre los objetivos de Costo y de Tiempo del proyecto para la creación de INGELAB.

Para este análisis y valoración, se tendrán en cuenta únicamente los riesgos que produzcan efectos negativos sobre el proyecto y se contemplará dicho proyecto tanto en sus etapas de formulación y evaluación (Diseño), como en la de gerencia (Construcción y Operación).

#### 4.10.1 Identificación de los riesgos

Para la identificación de los riesgos que pueden afectar de manera negativa al proyecto, se utilizó la técnica de la Lluvia de Ideas, ayudándose de la Estructura de Desglose de Riesgos (EDR), con el objeto de facilitar la categorización de dichos riesgos.

Los riesgos identificados se pueden ver con mayor descripción en el Anexo 10. A continuación se muestra la EDR del proyecto.



Figura 30. Estructura de Desglose de Riesgos para el proyecto. (Fuente: Autores)

#### 4.10.2 Análisis cualitativo de los riesgos

A continuación se procede a evaluar la prioridad de los riesgos identificados, usando la probabilidad de ocurrencia y el impacto correspondiente sobre los objetivos de Costo y de Tiempo del proyecto.

4.10.2.1 *Definición de escalas de valoración de probabilidad e impacto.* En este aparte, se definen las escalas de probabilidad y de impacto para cada uno de los objetivos analizados (costo y tiempo).

Tabla 72. Escala de Probabilidad – Objetivos de Costo y Tiempo. (Fuente: Autores)

ESCALA DE PROBABILIDAD		
1	Muy Baja	Entre 0,00 y 0,25
2	Baja	Entre 0,26 y 0,50
3	Media	Entre 0,51 y 0,75
4	Alta	Entre 0,76 y 1,00

Tabla 73. Escala de Impacto – Objetivo de Costo. (Fuente: Autores)

ESCALA DE IMPACTO		
1	Leve	Menos de \$3.000.000
2	Moderado	Entre \$3.000.001 y \$6.000.000
3	Crítico	Entre \$6.000.001 y \$10.000.000
4	Muy Crítico	Más de \$10.000.001

Tabla 74. Escala de Impacto – Objetivo de Tiempo. (Fuente: Autores)

ESCALA DE IMPACTO		
1	Leve	Menos de un mes de retraso en la entrada en operación del proyecto
2	Moderado	Entre un mes y mes y medio
3	Crítico	Entre un mes y medio y dos meses
4	Muy Crítico	Más de dos meses

4.10.2.2 *Definición de los niveles de aceptación de los riesgos.* Para el análisis cualitativo de los riesgos del proyecto, se consideraron 3 niveles de aceptación y se diseñó una matriz de 4x4, tal como se muestra a continuación:

Tabla 75. Niveles de aceptación de los riesgos del proyecto. (Fuente: Autores)

CATEGORÍA	NIVEL DE ACEPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
RIESGO ACEPTABLE	De 1 a 3	El riesgo no tiene un impacto significativo, por lo que no amerita la inversión de recursos y no requiere acciones adicionales a las ya aplicadas
RIESGO TOLERABLE	De 4 a 7	Aunque deben desarrollarse acciones para la gestión sobre el riesgo, tiene una prioridad de segundo nivel, pudiendo ejecutarse a mediano plazo
RIESGO INACEPTABLE	De 8 a 16	Se requiere desarrollar acciones prioritarias a corto plazo para su gestión debido al alto impacto que tendría sobre el logro de los objetivos del proyecto

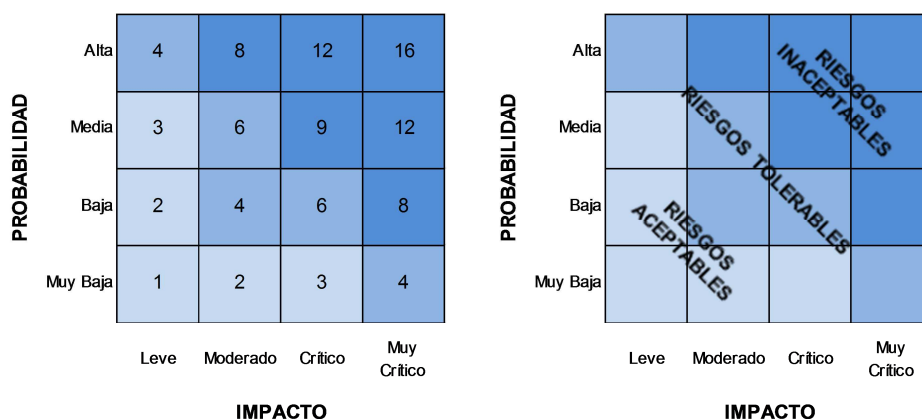


Figura 31. Matriz de probabilidad e impacto con los niveles de aceptación de los riesgos.

4.10.2.3 Resultados de la valoración de probabilidad e impacto.

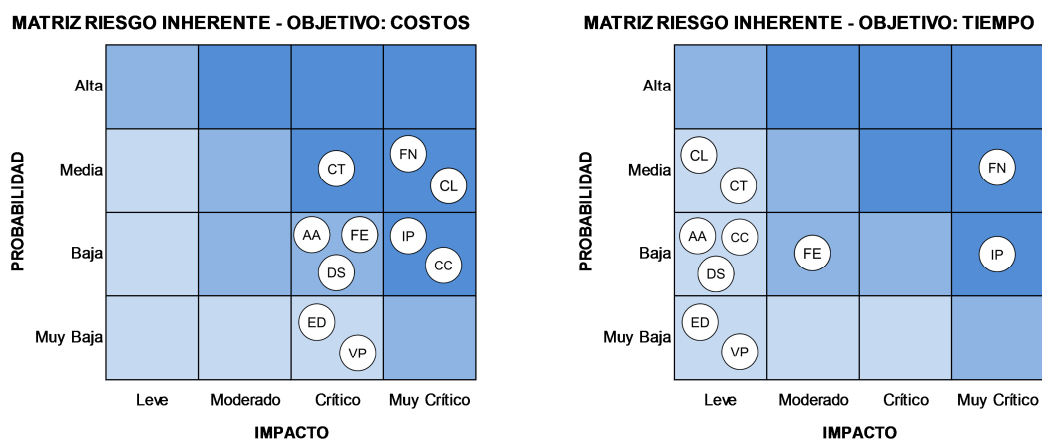


Figura 32. Matrices de valoración de probabilidad e impacto – Riesgo inherente.

### 4.10.3 Planeación de la respuesta a los riesgos

En esta etapa se procura desarrollar opciones y determinar acciones para disminuir las amenazas a los objetivos de Costo y Tiempo del proyecto INGELAB. Al haber valorado los riesgos con efectos negativos sobre los objetivos del proyecto, las estrategias a implementar para disminuir tales efectos serán: Prevenir, Mitigar, Transferir y Aceptar.

**4.10.3.1 Análisis cualitativo del riesgo residual.** Para el Plan de Respuesta a los Riesgos, solo se tendrán en cuenta los riesgos inherentes con Nivel de Aceptación Tolerable e Inaceptable. Dichos riesgos serán analizados individualmente con el fin de implementar estrategias de prevención o mitigación, según sea el caso, para reducir la probabilidad o el impacto que estos tengan sobre los objetivos del proyecto.

Los resultados de este análisis cualitativo del riesgo residual se pueden apreciar en el Anexo 10.

**4.10.3.2 Matrices de riesgo residual.** A continuación se muestran los resultados del análisis cualitativo residual resultante del Plan de la Respuesta a los Riesgos, mediante la construcción de las Matrices de Riesgo Residual.

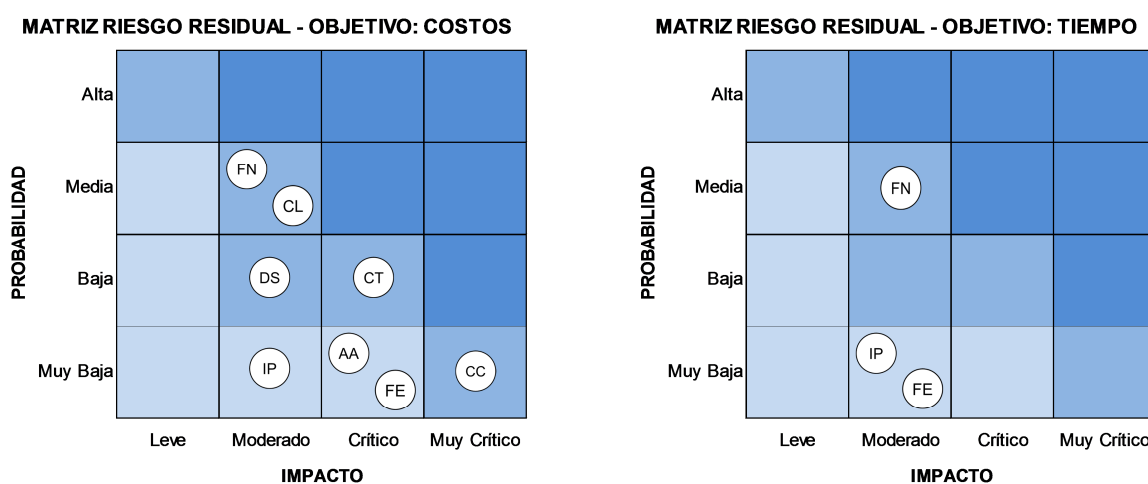


Figura 33. Matrices de valoración de probabilidad e impacto – Riesgo residual.



#### 4.10.4 Resultados obtenidos

Tras la realización del Análisis de Riesgo y Sensibilidad del proyecto INGELAB, en sus etapas de Identificación de los Riesgos, Análisis Cualitativo y Planeación de la Respuesta a los Riesgos, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se identificaron 10 riesgos a los que se les asignaron los siguientes nombres y abreviaturas: afectación ambiental (AA), certificación en calidad (CC), construcción local (CL), clientes (CT), desarrollo social (DS), errores en estimación de la demanda (ED), fallas de los equipos (FE), fenómenos naturales (FE), incumplimiento de proveedores (IP) y valoración de los parámetros para proyecciones (VP).
- El objetivo Costos es más susceptible al impacto de los riesgos identificados que el objetivo Tiempo, dado que se trata de un proyecto cuya etapa de construcción y puesta en marcha es considerablemente corta respecto a la operación.
- Luego de haber realizado el análisis cualitativo de riesgo inherente y obtenido los datos de los niveles de riesgo, se determinó hacer el Plan de Respuesta a los Riesgos teniendo en cuenta aquellos con niveles tolerable e inaceptable, con el objeto de reducir su probabilidad o impacto y llevarlos a un nivel aceptable o tolerable.
- Respecto al objetivo Costos se puede afirmar que:
  - En el análisis cualitativo de riesgo inherente, los riesgos FN, CL, CT, IP y CC tienen un nivel de riesgo inaceptable; los riesgos AA, FE y DS tienen un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos ED y VP tienen un nivel de riesgo aceptable.
  - En el análisis cualitativo de riesgo residual, los riesgos FN, CL, CT, CC y DS tienen un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos IP, AA y FE tienen un nivel de riesgo aceptable.
- Respecto al objetivo Tiempo se puede afirmar que:
  - En el análisis cualitativo de riesgo inherente, los riesgos FN e IP tienen un nivel de riesgo inaceptable; el riesgo FE tiene un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos ED, VP, CC, CL, CT, AA y DS tienen un nivel de riesgo aceptable.
  - En el análisis cualitativo de riesgo residual, el riesgo FN tiene un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos IP y FE tienen un nivel de riesgo aceptable.

## 4.11 Plan de Gestión del Proyecto

### 4.11.1 Gestión de la integración

Tabla 76. Registro de interesados. (Fuente: Autores)

IDENTIFICACION			EVALUACION		
Nombre	Rol en el Proyecto	Información de Contacto	Requerimientos Primordiales	Expectativas Principales	Influencia
Diego Alvarez	Sponsor	<a href="mailto:diegoalvarez.pmv@gmail.com">diegoalvarez.pmv@gmail.com</a>		Que el laboratorio de suelos y pavimentos ofrezca los mejores servicios de ensayos en la ciudad de cartagena.	Alta
Danny Santos	Gerente de Proyecto	<a href="mailto:dannysantos@gmail.com">dannysantos@gmail.com</a>	Seguir todos los lineamientos del Plan de Dirección del Proyecto	Cumplir todos los objetivos del proyecto	Mediana
Jose Blanquicet, David Torres, Jose Herrera	Miembros del equipo de proyecto	<a href="mailto:joseblanicet@gmail.com">joseblanicet@gmail.com</a>	Garantizar la ejecución de todas las actividades durante la ejecución del proyecto	Tener todas las herramientas para poder garantizar el cumplimiento de todas las actividades.	Alta
Luis Perez	Contratista	<a href="mailto:luisperez@gmail.com">luisperez@gmail.com</a>	Ejecutar las actividades de adecuación de la planta física del laboratorio.	Obtener del equipo del proyecto el apoyo necesario para la ejecución de sus actividades y poder satisfacer sus requerimientos.	Alta
Trabajadores	Mano de obra	-	Hacer parte de las actividades con eficiencia.	Obtener retribución salarial y mejorar sus condiciones.	Mediana
Provedores	Distribuidores o almacenes	-	Que se soliciten adecuadamente todos los productos necesarios para el montaje	Que se entreguen los equipos y herramientas necesarias para el montaje del laboratorio.	Mediana
Clientes	Usuarios Finales	-	Que el servicio suministrado se amolde a las necesidades de cada obra en particular	Que se puedan alcanzar estándares altos en la ejecución de ensayos.	Mediana
Vecinos	Afectados directos del montaje	-	Durante la ejecución del proyecto se controlen los ruidos, horas de trabajo y residuos	Que se genere un buen ambiente entre los vecinos y el laboratorio.	Alta

Tabla 77. Anteproyecto. (Fuente: Autores)

<b>Resumen del futuro proyecto (Naturaleza, actividades, metodología, beneficiarios)</b>
El proyecto consiste en el montaje de un laboratorio certificado de pavimentos y suelos, que caracterice y diseñe materiales de construcción de obras que garanticen la calidad de las mismas.
la idea es iniciar el montaje en un sitio bien ubicado conforme a la ubicación de las obras, y que brinde seguridad y comodidad a los potenciales usuarios del servicio.
Se va a utilizar para la dirección del proyecto y para la planificación el manual de buenas prácticas del PMI
Los beneficiarios son todas las empresas de construcción que requieran la elaboración de ensayos dentro de sus sistemas de gestión de calidad.
<b>Formulación del problema</b>
¿Es viable montar un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena, teniendo en cuenta el incremento de las demandas y la falta de ofertas de este tipo de laboratorios y satisfaciendo las especificaciones técnicas y solicitudes actuales en las obras de ingeniería de la ciudad y el departamento?
<b>Objetivos</b>
Realizar un estudio de factibilidad detallado que permita aprobar la viabilidad o no del proyecto
Ejecutar el montaje del laboratorio de suelos y pavimentos siguiendo todos los lineamientos del PMI
Probar y poner en marcha todos los equipos y realizar la entrega a satisfacción al sponsor.

<b>Metas</b>
Se espera que el estudio de factibilidad muestre el éxito del proyecto con su realización
La ejecución del proyecto debe mantenerse dentro de los lineamientos de alcance, costo y tiempos.
El patrocinador debe sentir plena satisfacción del producto entregado.
<b>Localización</b>
El proyecto se encuentra macrolocalizado en la ciudad de cartagena en el departamento de Bolivar.
Y su microlocalización es en el barrio Bella Vista a la salida de mamonal
<b>Ubicación en el tiempo y su duración</b>
El proyecto sera realizado en el año 2012, con fecha de inicio de ejecucion en el mes de junio de 2012
La duracion estimada del proyecto es de 6 meses.

Tabla 78. Tipo de organización. (Fuente: Autores)

<b>TIPO DE ORGANIZACION:</b>	Funcional
<b>ARGUMENTOS:</b>	
* El proyecto es relativamente pequeño, y no es necesario el montaje de una organización muy grande para la gestión de este	
* La dirección está a cargo del gerente del proyecto	
* Los miembros del equipo del proyecto están en áreas funcionales y trabajan en varios proyectos, algo difícil de manejar, pero debido a la complejidad del proyecto es	
* Cada empleado tiene su propio jefe funcional, el cual debe aportar al desarrollo del proyecto	
* no hay necesidad de contratar el equipo de proyecto por el tiempo corto de duración de este.	
<b>ESQUEMA PROPUESTO:</b>	
<pre> graph TD     DJ[Director jefe] --- DA1[Director area 1]     DJ --- DA2[Director area 2]     DJ --- DA3[Director area 3]     subgraph "coordinación del proyecto"         DA1         DA2         DA3     end     DA1 --- P1_1[Personal]     DA1 --- P1_2[Personal]     DA1 --- P1_3[Personal]     DA2 --- P2_1[Personal]     DA2 --- P2_2[Personal]     DA2 --- P2_3[Personal]     DA3 --- P3_1[Personal]     DA3 --- P3_2[Personal]     DA3 --- P3_3[Personal] </pre>	
Tomada de el PMBOK 4ta Edición	

Tabla 79. Project Charter.

Fecha: 30/01/2012



## FORMATO PROJECT CHARTER

<b>Nombre del Proyecto: Montaje de un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena</b>
--

<b>Objetivos y Alcance</b>
----------------------------

**Oportunidad de Negocio**

Hacer parte del mercado de construcción de la ciudad, en la parte de control de calidad en materiales por medio del control con ensayos de laboratorio.

**Objetivo**

Realizar el montaje de un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena.

**Alcance del Proyecto**

Hace parte del Proyecto	No hace Parte del Proyecto
Estudios preliminares	Operación del laboratorio
Licencias y permisos ambientales	Contratación del personal
Diseños definitivos	Construcción de un laboratorio
Adecuación del laboratorio	
Adquisición de equipos	
Selección de personal	
Capacitaciones e inducciones	
Pruebas y puesta en marcha	
Capitalización y cierre	

**Entregables / Requerimientos y Criterios de Aceptación**

Entregable	Criterios de Aceptación
Estudios de factibilidad	Revisar que todos los estudios aprueban la viabilidad del proyecto
Licencias y permisos ambientales	Aprobación de las licencias y permisos por los entes responsables
Diseños para la adecuación del laboratorio.	Validar que todos los diseños cumplan con las Normas y Especificaciones Nacionales e Internacionales requeridas
Construcción de Obras Civiles, Eléctricas, Hidráulico sanitarias	Las Obras de todas las especialidades involucradas deben estar de acuerdo a las especificaciones y diseños suministrados
Equipos de ensayos	Los equipos deben llegar con las especificaciones requeridas y con manuales y procedimientos
Montaje de Equipos	Los equipos se instalaron de acuerdo a los requerimientos y a las recomendaciones de los fabricantes
Pruebas de Operación de Equipos	Comprobar que los equipos funcionen de manera individual, sin carga y como parte del conjunto proceso de producción
Personal seleccionado	Escoger personal que cumplan con los requerimientos del laboratorio
Capacitación	Los seleccionados deben ser capacitados en los procedimientos
Entrega a Operación	Entregar a satisfacción la fabrica al equipo de operaciones asignado
Capitalización y cierre	Liquidación de los contratos Acta de cierre

### Supuestos y Restricciones

Supuestos	Restricciones
El laboratorio producirá 42 servicios distintos de ensayos	La finalización del montaje del laboratorio no puede exceder el año 2012
Los estudios y diseños se ejecutaran seis meses antes de iniciar el proyecto	La empresa deberá funcionar con 5 trabajadores
Las licencias y permisos se solicitaran 3 meses antes de la construcción y serán aprobadas	El laboratorio no será construido, sino que será instalado en una casa arrendada
Existe una demanda potencial suficiente para validar el proyecto	El área no será menor de 200m <sup>2</sup>
Se encontrara personal idóneo para la operación de la empresa	El proyecto laborara de lunes a sábado en horas laborales

### Recursos, Roles y Responsabilidades

Recursos	Rol	Responsabilidades
Diego Alvarez	Sponsor	Dueño del Proyecto
Danny Santos	Gerente del Proyecto	Cumplir con el Plan de Dirección del Proyecto
Jose Blanquicet, David Torres, Jose Herrera	Miembros del equipo de proyecto	Garantizar la ejecución de todas las actividades durante la ejecución del proyecto
Luis Perez	Directos de Obra	Ejecutar las actividades de adecuación de la planta física del laboratorio.

### Riesgos, Impactos y Contingencias

Riesgo	Impacto en el Proyecto	Contingencia
Falta de recursos	Se suspende el proyecto	Buscar otras fuentes de financiación, revisar el costo de equipos y cantidades
Otorgamiento de Licencias y Permisos	No puede arrancar el proyecto	Realizar acercamiento con los entes que otorgan las Licencias y Permisos y exponer el beneficio social que genera el proyecto
Ingreso de nuevos competidores	Disminuye la demanda	Garantizar la salida en operación de la fábrica. Estableces mecanismos estrictos de seguimiento y control
Aumento de la divisa	Aumentan los costos del proyecto	Comprar lo equipos con seguros de precios, o comprar equipos nacionales.

### Hitos del Proyecto

Hito	Fecha
Inicio	1 Febrero 2012
Estudios de factibilidad	31 mayo de 2012
Licencias y permisos ambientales	1 de octubre 2012
Diseños para la adecuación del laboratorio.	19 Junio 2012
Construcción de Obras Civiles, Eléctricas, Hidráulico sanitarias	14 Noviembre 2012
Equipos de ensayos	26 Noviembre 2012
Montaje de Equipos	6 Diciembre 2012
Pruebas de Operación de Equipos	12 diciembre 2012
Personal seleccionado	10 diciembre 2012
Capacitación	20 diciembre 2012


Entrega a Operación	27 diciembre 2012
Capitalización y cierre	31 diciembre 2012

### Costo del Proyecto

El proyecto tiene un costo total de \$215.000.000

<b>Aprobación:</b>	<u>Diego Alvarez</u>	<u>Danny Santos</u>	30/01/2012
	Sponsor	Gerente del Proyecto	Fecha

Tabla 80. Solicitud de cambios.

<b>Solicitante:</b>	Sponsor del Proyecto – Diego Alvarez
<b>Fecha Solicitud:</b>	Febrero 20 de 2012
<b>Tipo de Cambio:</b>	Cambio en el Alcance del Proyecto
<b>Descripción del Cambio:</b>	Disminuir la cantidad de servicios de 42 a 41 servicios en el laboratorio
<b>Razón del Cambio:</b>	Los resultados del estudio de mercados dio señal que el ensayo de corte directo no tenia demanda suficiente para justificar la compra del equipo.
<b>Implicaciones de no Ejecutar el Cambio:</b>	Si el cambio no se ejecuta es el costo de adquisición del equipo es demasiado alto y se incurrirían en unos sobrecostos no justificados.
	
Firma Del Solicitante	


<b>Gerente de Proyecto</b>		
<b>Fecha de Recibo: Febrero 21 de 2012</b>		
<b>Solicitud de Cambio No.: 0001</b>		
<b>Tiempo Requerido para Ejecutar el Cambio:</b>	1 Mes	<b>Cost</b> (hrs x rate):
<input checked="" type="checkbox"/> Equipos / Software (attach supporting documentation)		<b>Cost: \$ 2.000.000</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Materiales Varios, etc. (attach supporting documentation)		<b>Cost: \$ 500.000</b>
		<b>TOTAL COST: \$ 2.500.000</b>
<b>Fecha estimada de Finalización del Cambio:</b> Marzo 30 de 2012		

<b>Relación de Aprobación</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Análisis de la Solicitud de Cambio Aprobada	<input checked="" type="checkbox"/> Solicitud de Cambio Aprobada
<input type="checkbox"/> Análisis de la Solicitud de Cambio Rechazada	<input type="checkbox"/> Solicitud de Cambio Rechazada
Fecha: <u>Febrero 23 de 2011</u>	Fecha: <u>Febrero 25 de 2011</u>

<b>COMENTARIOS:</b>
Teniendo la aprobación del cambio propuesto se deben implementar los mecanismos de seguimiento y control con el fin de asegurar que el cambio se implemente dentro del plazo propuesto, el alcance requerido y los costos adicionales aprobados

Diego Alvarez

Signature of Project Sponsor

<b>Solicitante:</b>	Director de obra – Luis Perez
<b>Fecha Solicitud:</b>	Octubre 15 de 2012
<b>Tipo de Cambio:</b>	Cambio en el Alcance del Proyecto
<b>Descripción del Cambio:</b>	Ampliar el área del laboratorio principal de 32m2 a 40m2
<b>Razón del Cambio:</b>	Los espacios definidos en el estudio técnico no aplican las estanterías para la colocación de todos los utensilios de los ensayos previstos.
<b>Implicaciones de no Ejecutar el Cambio:</b>	Si no se aumenta el área, la incomodidad será prevaleciente en el área, y no se podrán tener todos los elementos necesarios para un trabajo seguro.
 Firma Del Solicitante	

<b><u>Gerente de Proyecto</u></b>		
<b>Fecha de Recibo: Octubre 16 de 2012</b>		
<b>Solicitud de Cambio No.: 0024</b>		
<b>Tiempo Requerido para Ejecutar el Cambio:</b>	5 Dias	<b>Cost</b> (hrs x rate):
<input type="checkbox"/> Equipos / Software (attach supporting documentation)		<b>Cost:</b> \$ 0
<input checked="" type="checkbox"/> Materiales Varios, etc. (attach supporting documentation)		<b>Cost:</b> \$ 1.500.000
		<b>TOTAL COST:</b> \$ 1.500.000
<b>Fecha estimada de Finalización del Cambio:</b> Octubre 25 de 2012		

<b><u>Relación de Aprobación</u></b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Análisis de la Solicitud de Cambio Aprobada	<input checked="" type="checkbox"/> Solicitud de Cambio Aprobada
<input type="checkbox"/> Análisis de la Solicitud de Cambio Rechazada	<input type="checkbox"/> Solicitud de Cambio Rechazada
Fecha: <u>Octubre 17 de 2012</u>	Fecha: <u>Octubre 18 de 2012</u>

<b>COMENTARIOS:</b>
Teniendo la aprobación del cambio propuesto se deben implementar los mecanismos de seguimiento y control con el fin de asegurar que el cambio se implemente dentro del plazo propuesto, el alcance requerido y los costos adicionales aprobados

*Diego alvarez*

\_\_\_\_\_  
Signature of Project Sponsor

## 4.11.2 Gestión del alcance

Tabla 81. Matriz de trazabilidad de requerimientos. (Fuente: Autores)

ID	DESCRIPCION	REQUERIDO POR	RESPONSABLES	CRITERIOS DE ACEPTACION	PRIORIDAD	VERSION	ESTADO	FECHA DE FINALIZACION
1	El proyecto debera contar con recursos suficientes para el cumplimiento de los		Diego Alvarez	Mantener financiación	10	0	Activo	31/12/2012
2	Elaboracion y entrega de estudios de prefactibilidad	Diego Alvarez	Danny santos	Project charter	9	0	Activo	30/06/2012
3	Licencias y permisos ambientales	Diego Alvarez	Jose blaquicet	Project charter	10	0	Activo	30/09/2012
4	Diseños para la adecuación del laboratorio	Danny Santos	Jose blaquicet	Project charter	8	0	Activo	30/06/2012
5	Construcción de Obras Civiles, Eléctricas, Hidráulico sanitarias	Danny Santos	Luis Peres	Project charter	9	0	Activo	15/11/2012
6	Equipos de ensayos	Danny Santos	David Torres	Project charter	9	0	Activo	30/11/2012
7	Montaje de Equipos	Danny Santos	David Torres	Project charter	7	0	Activo	05/12/2012
8	Pruebas de Operación de Equipos	Danny Santos	David Torres	Project charter	6	0	Activo	10/12/2012
9	Personal seleccionado	Danny Santos	Jose Herrera	Project charter	7	0	Activo	15/12/2012
10	Capacitación	Danny Santos	Jose Herrera	Project charter	5	0	Activo	20/12/2012
11	Entrega a Operación	Diego Alvarez	Danny santos	Project charter	9	0	Activo	28/12/2012

Tabla 82. Declaración del alcance. (Fuente: Autores)

<b>Nombre del Proyecto:</b> Montaje de un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena	
<b>Preparado por:</b> Jose Blanquicett	
<b>Fecha:</b> 10 de febrero de 2012	
<b>Descripción del Proyecto:</b>	Realizar el montaje de un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena.
<b>Justificación del Proyecto:</b>	Satisfacer la demanda del mercado de la construcción de obras civiles de la ciudad y el departamento, en cuanto a los servicios de calidad de los materiales.
<b>Objetivos del proyecto:</b>	
<b>Objetivos de Costos:</b>	El proyecto debe realizarse dentro del presupuesto establecido: \$ 215.000.000
<b>Objetivos de la Programación:</b>	Desde el inicio del proyecto, la duración del proyecto no debe ser mas de 9 meses, es decir, iniciando el día 01 de febrero de 2012, la fecha de finalización debe ser 31 de diciembre de 2012
<b>Medidas de calidad:</b>	Se debe garantizar que los diseños y los métodos y procedimientos de construcción, pruebas y puesta en operación deben cumplir con los estándares establecidos en el proyecto
<b>Otros Objetivos:</b>	
<b>Entregables del Proyecto:</b>	
Entregable A	Estudios de factibilidad
Entregable B	Licencias y permisos ambientales
Entregable C	Diseños para la adecuación del laboratorio.
Entregable D	Construcción de Obras Civiles, Eléctricas, Hidráulico sanitarias
Entregable E	Equipos de ensayos
Entregable F	Montaje de Equipos
Entregable G	Pruebas de Operación de Equipos
Entregable H	Personal seleccionado
Entregable I	Capacitación
Entregable J	Entrega a Operación
Entregable K	Capitalización y cierre



<b>Exclusiones Conocidas:</b>	<p>No serán parte del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Operación del laboratorio</li> <li>- Contratación del personal</li> <li>- Construcción de un laboratorio nuevo</li> </ul>		
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p><i>Los criterios de aceptación del proyecto son los siguientes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar que todos los estudios aprueban la viabilidad del proyecto</li> <li>- Aprobación de las licencias y permisos por los entes responsables</li> <li>- Validar que todos los diseños cumplan con las Normas y Especificaciones Nacionales e Internacionales requeridas</li> <li>- Las Obras de todas las especialidades involucradas deben estar de acuerdo a las especificaciones y diseños suministrados</li> <li>- Los equipos deben llegar con las especificaciones requeridas y con manuales y procedimientos</li> <li>- Los equipos se instalaron de acuerdo a los requerimientos y a las recomendaciones de los fabricantes</li> <li>- Comprobar que los equipos funcionen de manera individual, sin carga y como parte del conjunto proceso de producción</li> <li>- Escoger personal que cumplan con los requerimientos del laboratorio</li> <li>- Los seleccionados deben ser capacitados en los procedimientos</li> <li>- Entregar a satisfacción la fabrica al equipo de operaciones asignado</li> <li>- Liquidación de los contratos Acta de cierre</li> </ul>		
<b>Organización inicial del proyecto:</b>	<p>El equipo que estará al frente del proyecto será el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diego Alvarez: Sponsor</li> <li>- Danny Santos: Gerente de Proyecto</li> <li>- Luis Perez: Director de obra</li> <li>- Jose blanquicet: Licencias y diseños y estudios</li> <li>- David Torres: Compras y procura, y calidad</li> <li>- Jose Herrera: RRHH y comunicaciones</li> </ul>		
<b>Recursos:</b>	<p>Los recursos asignados al proyecto, además del equipo de dirección, estará conformado por todo el personal de diseño, construcción y pruebas, propio y contratista que participe en el desarrollo del proyecto</p>		
<b>Supuestos, Restricciones, Riesgos:</b>	<p><b>SUPUESTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El laboratorio producirá 42 servicios distintos de ensayos</li> <li>- Los estudios y diseños se ejecutaran seis meses antes de iniciar el proyecto</li> <li>- Las licencias y permisos se solicitaran 3 meses antes de la construcción y serán aprobadas</li> <li>- Existe una demanda potencial suficiente para validar el proyecto</li> <li>- Se encontrara personal idóneo para la operación de la empresa</li> </ul> <hr/> <p><b>RESTRICCIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La finalización del montaje del laboratorio no puede exceder el año 2012</li> <li>- La empresa deberá funcionar con 5 trabajadores</li> <li>- El laboratorio no será construido, sino que será instalado en una casa arrendada</li> <li>- El área no será menor de 200m<sup>2</sup></li> <li>- El proyecto laborara de lunes a sábado en horas laborales</li> </ul> <hr/> <p><b>RIESGOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de recursos</li> <li>- Otorgamiento de Licencias y Permisos</li> <li>- Ingreso de nuevos competidores</li> <li>- Aumento de la divisa</li> </ul>		
<b>Firmas:</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><b>Gerente del proyecto:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Danny Santos</i></p> <p>Nombre: _____</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><b>Iniciador y/o Patrocinador:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Diego Alvarez</i></p> <p>Nombre: _____</p> </td> </tr> </table>	<p><b>Gerente del proyecto:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Danny Santos</i></p> <p>Nombre: _____</p>	<p><b>Iniciador y/o Patrocinador:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Diego Alvarez</i></p> <p>Nombre: _____</p>
<p><b>Gerente del proyecto:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Danny Santos</i></p> <p>Nombre: _____</p>	<p><b>Iniciador y/o Patrocinador:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Diego Alvarez</i></p> <p>Nombre: _____</p>		

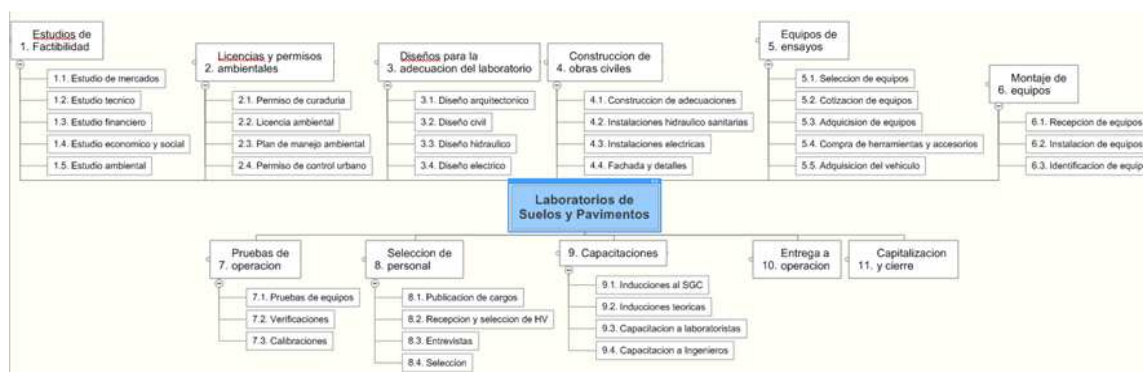


Figura 34. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

Tabla 83. Diccionario de la EDT. (Fuente: Autores)

<b>1</b>	<b>Estudios de factibilidad</b>
<b>Descripción</b>	Realizar todos los estudios que lleven a la viabilidad y validación del proyecto
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de mercados</li> <li>- Estudio Técnico</li> <li>- Estudio financiero</li> <li>- Estudio económico-social</li> <li>- Estudio ambiental</li> </ul>
<b>Duración</b>	87 Días
<b>Costos</b>	\$ 15.000.000
<b>Responsable</b>	Gerente de Proyecto
<b>2</b>	<b>Licencias y permisos ambientales</b>
<b>Descripción</b>	Licencias y permisos que otorgan los entes reguladores del sector productivo y de construcción de la ciudad para la ejecución del proyecto
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permiso de curaduría</li> <li>- Plan de manejo ambiental</li> <li>- Licencia ambiental</li> <li>- Permiso de control urbano</li> </ul>
<b>Duración</b>	87 Días
<b>Costos</b>	\$ 10.000.000
<b>Responsable</b>	Equipo de proyecto
<b>3</b>	<b>Diseños para la adecuación del laboratorio</b>
<b>Descripción</b>	Desarrollo de todos los diseños requeridos para la remodelación y funcionalidad del laboratorio
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño Arquitectónico</li> <li>- Diseño civil</li> <li>- Diseño Hidráulico Sanitario</li> <li>- Diseño Sistema Eléctrico</li> </ul>
<b>Duración</b>	50 Días
<b>Costos</b>	\$ 5.000.000
<b>Responsable</b>	Equipo de proyecto

<b>4</b>	<b>Construcción de obras civiles</b>
<b>Descripción</b>	Construir todas las facilidades requeridas para la instalación de equipos y la funcionalidad del laboratorio según planos y diseños
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de adecuaciones</li> <li>- Instalaciones hidro-sanitarias</li> <li>- Instalaciones eléctricas</li> <li>- Fachada y detalles</li> </ul>
<b>Duración</b>	32 Días
<b>Costos</b>	\$ 15.000.000
<b>Responsable</b>	Director de Obras

<b>5</b>	<b>Equipos de ensayos</b>
<b>Descripción</b>	Realizar la selección y consecución de equipos para el funcionamiento del laboratorio
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de equipos</li> <li>- Cotización de equipos</li> <li>- Adquisición de equipos</li> <li>- Compra de accesorios y herramientas</li> <li>- Adquisición del vehículo</li> </ul>
<b>Duración</b>	40 Días
<b>Costos</b>	\$ 145.000.000
<b>Responsable</b>	Equipo de proyecto

<b>6</b>	<b>Montaje de equipos</b>
<b>Descripción</b>	Realizar el recibo, montaje e instalación de equipos de laboratorio
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción de equipos</li> <li>- Instalación de equipos</li> <li>- Identificación de equipos</li> </ul>
<b>Duración</b>	8 Días
<b>Costos</b>	\$ 5.000.000
<b>Responsable</b>	Equipo de proyecto

<b>7</b>	<b>Pruebas de operación</b>
<b>Descripción</b>	Realizar las pruebas, verificaciones y calibraciones de los equipos instalados
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pruebas de equipos</li> <li>- Verificaciones</li> <li>- Calibraciones</li> </ul>
<b>Duración</b>	7 Días
<b>Costos</b>	\$ 5.000.000
<b>Responsable</b>	Equipo de proyecto

<b>8</b>	<b>Selección de personal</b>
<b>Descripción</b>	Programa de selección del personal que integrara el equipo de operación del proyecto
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publicación de cargos</li> <li>- Recepción y selección de HV</li> <li>- Entrevistas</li> <li>- Selección</li> </ul>



Tabla 84. Curva “S” de tiempo (3 meses). (Fuente: Autores)

ITEM	ACTIVIDAD	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIE	OCTUB	NOVIE	DICIEM
<b>1</b>	<b>Estudios de factibilidad</b>											
1.1	Estudio de mercados	1	1									
1.2	Estudio tecnico		1	1								
1.3	Estudio financiero			1								
1.4	Estudio economico-social				1							
1.5	Estudio ambiental				1							
<b>2</b>	<b>Licencias y permisos ambientales</b>											
2.1	Permiso de curaduria					1						
2.2	Plan de manejo ambiental						1	1				
2.3	Licencia ambiental								1			
2.4	Permiso de control urbano						1	1				
<b>3</b>	<b>Diseños para la adecuacion del laboratorio</b>											
3.1	Diseño Arquitectónico			1	1							
3.2	Diseño civil					1						
3.3	Diseño Hidráulico Sanitario					1						
3.4	Diseño sistema electrico					1						
<b>4</b>	<b>Construcción de obras civiles</b>											
4.1	Construccion de adecuaciones									1		
4.2	Instalaciones hidro-sanitarias									1		
4.3	Instalaciones electricas									1		
4.4	Fachadas y detalles										1	
<b>5</b>	<b>Equipos de ensayos</b>											
5.1	Selección de equipos									1		
5.2	Cotizacion de equipos									1		
5.3	Adquision de equipos										1	
5.4	Compra de accesorios y herramientas									1		
5.5	Adquisición del vehiculo									1		
<b>6</b>	<b>Montaje de Equipos</b>											
6.1	Recepcion de equipos											1
6.2	Instalacion de equipos											1
6.3	Identificacion de equipos											1
<b>7</b>	<b>Pruebas de Operación</b>											
7.1	Prueba de Equipos											1
7.2	verificaciones											1
7.3	calibraciones											1
<b>8</b>	<b>Selección de personal</b>											
8.1	Publicacion de cargos									1	1	
8.2	Recepcion y selección de HV										1	
8.3	Entrevistas										1	
8.4	Selección											1
<b>9</b>	<b>Capacitaciones</b>											
9.1	Induccion al SGC											1
9.2	Inducciones teoricas											1
9.3	Capacitacion a laboratoristas											1
9.4	Capacitacion a ingenieros											1
<b>10</b>	<b>Entrega a Operación</b>											1
<b>11</b>	<b>Capitalización y cierre</b>											1

Tiempo Invertido (Meses)	1,00	2,00	3,00	3,00	4,00	2,00	2,00	1,00	8,00	5,00	13,00
Tiempo Acumulado (Meses)	1,00	3,00	6,00	9,00	13,00	15,00	17,00	18,00	26,00	31,00	44,00
Porcentaje Planeado (%)	2%	7%	14%	20%	30%	34%	39%	41%	59%	70%	100%
Porcentaje Ejecutado (%)	2%	5%	10%	18%							

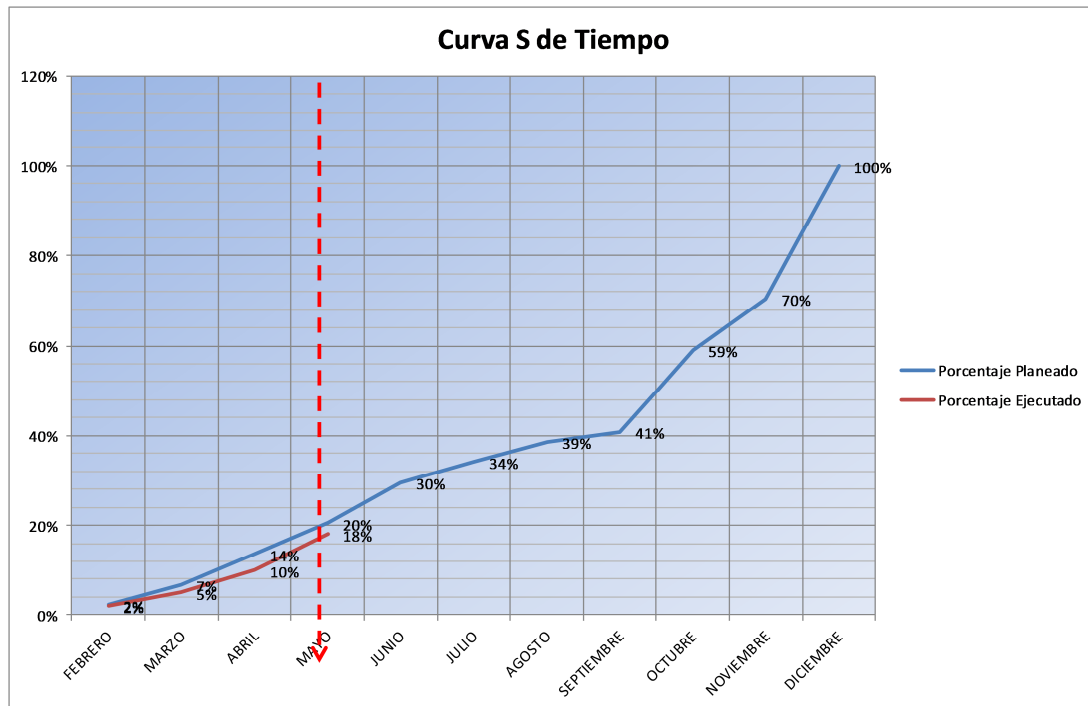


Figura 36. Curva “S” de tiempo (3 meses).

Tabla 85. Estimación de tiempo – Método PERT. (Fuente: Autores)

ACTIVIDAD	TIEMPO OPTIMISTA (Días)	TIEMPO MAS PROBABLE (Días)	TIEMPO PESIMISTA (Días)	TIEMPO MEDIO (D) 50% PROB.	$\sigma$	$\sigma^2 =$ Varianza	$\pm 1 \sigma$ 84.13% (D)	$\pm 2 \sigma$ 97.73% (D)	$\pm 3 \sigma$ 99.87% (D)
Inicio Proyecto		0		$O+4M+P/6$	$P - O / 6$	$(P - O / 6)^2$			
Estudios de factibilidad	70	87	125	91	9,2	84	100	109	118
Licencias y permisos ambientales	75	87	140	94	10,8	117	105	116	126
Selección de personal	30	50	60	48	5,0	25	53	58	63
Capacitaciones	5	8	10	8	0,8	1	9	10	10
Entrega a Operación	3	5	10	6	1,2	1	7	8	9
Capitalización y cierre	1	2	5	2	0,7	0	3	4	4
Fin Proyecto		0							

Totales	184	239	350	$\sigma^2 =$ Var.	229
	optimista	mas probable	pesimista		
	50% de probabilidad			$\sigma = \sqrt{\text{Vari:}}$	15
				probabilidad:	84.13% 97.73% 99.87%
	Dif. P-M:			102	

\* Estimación de 3 puntos (desviación Beta), Solo para las actividades de la Ruta Critica

Tabla 86. Diagrama de hitos. (Fuente: Autores)

ITEM	ACTIVIDAD	FECHA
1	Inicio	01/02/2012
2	Estudio de prefactibilidad	31/05/2012
3	Licencias y permisos ambientales	01/10/2012
4	Diseños para la adecuacion del laboratorio	19/06/2012
5	Construccion de obras civiles	14/11/2012
6	Equipos de ensayos	26/11/2012
7	Montaje de equipos	06/12/2012
8	Pruebas de operación	12/12/2012
9	Selección de personal	10/12/2012
10	Capacitaciones	20/12/2012
11	Entrega a Operación	27/12/2012
12	Capitalización y cierre	31/12/2012
13	Fin	31/12/2012

#### 4.11.4 Gestión de costos

Tabla 87. Estimación de costos – Método de 3 valores. (Fuente: Autores)

ACTIVIDAD	Costo OPTIMISTA (\$)	Costo MAS PROBABLE (\$)	Costo PESIMISTA (\$)	Costo MEDIO (D) 50% PROB.	$\sigma$	$\sigma^2 = \text{Varianza}$	$\pm 1 \sigma$ 84.13% (\$)	$\pm 2 \sigma$ 97.73% (\$)	$\pm 3 \sigma$ 99.87% (\$)
Inicio Proyecto		\$ -		$(O+4MP)/6$	$P-O/6$	$(P-O/6)^2$			
Estudios de factibilidad	\$ 12.000.000	\$ 15.000.000	\$ 19.000.000	\$ 15.166.667	\$ 1.166.667	\$ 1.361.111.111.111			
Licencias y permisos ambientales	\$ 7.000.000	\$ 10.000.000	\$ 18.000.000	\$ 10.833.333	\$ 1.833.333	\$ 3.361.111.111.111	\$ 12.666.667	\$ 14.500.000	\$ 16.333.333
Diseños para la adecuacion del laboratorio	\$ 4.000.000	\$ 5.000.000	\$ 7.000.000	\$ 5.166.667	\$ 500.000	\$ 250.000.000.000	\$ 5.666.667	\$ 6.166.667	\$ 6.666.667
Construccion de obras civiles	\$ 11.000.000	\$ 15.000.000	\$ 17.000.000	\$ 14.666.667	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000.000.000	\$ 15.666.667	\$ 16.666.667	\$ 17.666.667
Equipos de ensayos	\$ 132.000.000	\$ 145.000.000	\$ 160.000.000	\$ 145.333.333	\$ 4.666.667	\$ 21.777.777.777.778	\$ 150.000.000	\$ 154.666.667	\$ 159.333.333
Montaje de Equipos	\$ 2.500.000	\$ 5.000.000	\$ 8.000.000	\$ 5.083.333	\$ 916.667	\$ 840.277.777.778	\$ 6.000.000	\$ 6.916.667	\$ 7.833.333
Pruebas de Operación	\$ 2.000.000	\$ 5.000.000	\$ 6.000.000	\$ 4.666.667	\$ 666.667	\$ 444.444.444.444	\$ 5.333.333	\$ 6.000.000	\$ 6.666.667
Selección de personal	\$ 2.300.000	\$ 5.000.000	\$ 6.500.000	\$ 4.800.000	\$ 700.000	\$ 490.000.000.000	\$ 5.500.000	\$ 6.200.000	\$ 6.900.000
Capacitaciones	\$ 1.800.000	\$ 5.000.000	\$ 6.000.000	\$ 4.633.333	\$ 700.000	\$ 490.000.000.000	\$ 5.333.333	\$ 6.033.333	\$ 6.733.333
Entrega a Operación	\$ 1.500.000	\$ 2.000.000	\$ 3.000.000	\$ 2.083.333	\$ 250.000	\$ 62.500.000.000	\$ 2.333.333	\$ 2.583.333	\$ 2.833.333
Capitalización y cierre	\$ 2.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.800.000	\$ 2.966.667	\$ 300.000	\$ 90.000.000.000	\$ 3.266.667	\$ 3.566.667	\$ 3.866.667
Fin Proyecto		\$ -							
<b>Totales:</b>	\$ 178.100.000	\$ 215.000.000	\$ 254.300.000	\$ 215.400.000	$\sigma^2 = \text{Var.}$	\$ 30.167.222.222.222			
	<b>optimista</b>	<b>mas probable</b>	<b>pesimista</b>	<b>50% prob.</b>	$\sigma = \sqrt{\text{Var.}}$	\$ 5.492.470	\$ 220.892.470	\$ 226.384.939	\$ 231.877.409
					<b>probabilidad:</b>	<b>84.13%</b>	<b>97.73%</b>	<b>99.87%</b>	
				Dif. Pes - Medio	\$ 38.900.000				

\* Estimación de 3 puntos (desviación Beta)

Tabla 88. Reservas de contingencia y de gestión. (Fuente: Autores)

ACTIVIDAD	VALOR (\$)	% CONTINGENCIA	(\$) CONTINGENCIA	VALOR TOTAL (\$)
Estudios de factibilidad	\$ 15.000.000,00	5%	\$ 750.000,00	\$ 15.750.000,00
Licencias y permisos ambientales	\$ 10.000.000,00	10%	\$ 1.000.000,00	\$ 11.000.000,00
Diseños para la adecuación del laboratorio	\$ 5.000.000,00	3%	\$ 150.000,00	\$ 5.150.000,00
Construcción de obras civiles	\$ 15.000.000,00	15%	\$ 2.250.000,00	\$ 17.250.000,00
Equipos de ensayos	\$ 145.000.000,00	20%	\$ 29.000.000,00	\$ 174.000.000,00
Montaje de Equipos	\$ 5.000.000,00	10%	\$ 500.000,00	\$ 5.500.000,00
Pruebas de Operación	\$ 5.000.000,00	7%	\$ 350.000,00	\$ 5.350.000,00
Selección de personal	\$ 5.000.000,00	5%	\$ 250.000,00	\$ 5.250.000,00
Capacitaciones	\$ 5.000.000,00	5%	\$ 250.000,00	\$ 5.250.000,00
Entrega a Operación	\$ 2.000.000,00	6%	\$ 120.000,00	\$ 2.120.000,00
Capitalización y cierre	\$ 3.000.000,00	4%	\$ 120.000,00	\$ 3.120.000,00
<b>Total Presupuesto sin Contingencias:</b>	<b>\$ 215.000.000,00</b>		<b>Valor Contingencias:</b>	<b>\$ 34.740.000,00</b>
<b>Total Presupuesto con Contingencias:</b>	<b>\$ 249.740.000,00</b>			
<b>RESERVA DE CONTINGENCIA:</b>	<b>\$34.740.000,00</b>			
<b>RESERVA GESTION *:</b>	<b>\$10.422.000,00</b>			

\* La Reserva de Gestión definida por el Sponsor del Proyecto será del **30%** de la Reserva de Contingencia



Tabla 89. Curva “S” de costos (3 meses). (Fuente: Autores)

ITEM	ACTIVIDAD	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
<b>1</b>	<b>Estudios de factibilidad</b>											
1.1	Estudio de mercados	\$ 2.000.000	\$ 3.000.000									
1.2	Estudio tecnico		\$ 1.500.000	\$ 2.000.000								
1.3	Estudio financiero			\$ 1.800.000								
1.4	Estudio economico-social				\$ 2.500.000							
1.5	Estudio ambiental				\$ 2.200.000							
<b>2</b>	<b>Licencias y permisos ambientales</b>											
2.1	Permiso de curaduría					\$ 1.200.000						
2.2	Plan de manejo ambiental						\$ 1.500.000	\$ 2.000.000				
2.3	Licencia ambiental								\$ 3.000.000			
2.4	Permiso de control urbano						\$ 1.300.000	\$ 1.000.000				
<b>3</b>	<b>Diseños para la adecuacion del laboratorio</b>											
3.1	Diseño Arquitectónico			\$ 500.000	\$ 1.200.000							
3.2	Diseño civil					\$ 1.500.000						
3.3	Diseño Hidráulico Sanitario					\$ 1.000.000						
3.4	Diseño sistema electrico					\$ 800.000						
<b>4</b>	<b>Construcción de obras civiles</b>											
4.1	Construcción de adecuaciones								\$ 5.500.000			
4.2	Instalaciones hidro-sanitarias								\$ 3.800.000			
4.3	Instalaciones electricas								\$ 2.800.000			
4.4	Fachadas y detalles									\$ 2.900.000		
<b>5</b>	<b>Equipos de ensayos</b>											
5.1	Selección de equipos								\$ 350.000			
5.2	Cotización de equipos								\$ 450.000			
5.3	Adquisición de equipos									\$ 107.400.000		
5.4	Compra de accesorios y herramientas								\$ 1.800.000			
5.5	Adquisición del vehiculo								\$ 35.000.000			
<b>6</b>	<b>Montaje de Equipos</b>											
6.1	Recepción de equipos										\$ 320.000	
6.2	Instalación de equipos										\$ 4.200.000	
6.3	Identificación de equipos										\$ 480.000	
<b>7</b>	<b>Pruebas de Operación</b>											
7.1	Prueba de Equipos										\$ 400.000	
7.2	verificaciones										\$ 800.000	
7.3	calibraciones										\$ 3.800.000	
<b>8</b>	<b>Selección de personal</b>											
8.1	Publicación de cargos								\$ 550.000	\$ 350.000		
8.2	Recepción y selección de HV									\$ 800.000		
8.3	Entrevistas									\$ 1.900.000		
8.4	Selección										\$ 1.400.000	
<b>9</b>	<b>Capacitaciones</b>											
9.1	Inducción al SGC										\$ 400.000	
9.2	Inducciones teoricas										\$ 1.200.000	
9.3	Capacitación a laboratoristas										\$ 2.100.000	
9.4	Capacitación a ingenieros										\$ 1.300.000	
<b>10</b>	<b>Entrega a Operación</b>											\$ 2.000.000
<b>11</b>	<b>Capitalización y cierre</b>											\$ 3.000.000

Costos invertidos \$	\$ 2.000.000	\$ 4.500.000	\$ 4.300.000	\$ 5.900.000	\$ 4.500.000	\$ 2.800.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 50.250.000	\$ 113.350.000	\$ 21.400.000
Costos acumulados \$	\$ 2.000.000	\$ 6.500.000	\$ 10.800.000	\$ 16.700.000	\$ 21.200.000	\$ 24.000.000	\$ 27.000.000	\$ 30.000.000	\$ 80.250.000	\$ 193.600.000	\$ 215.000.000
Porcentaje Planeado (%)	1%	3%	5%	8%	10%	11%	13%	14%	37%	90%	100%
Porcentaje Ejecutado (%)	1%	4%	5%	9%							



Figura 37. Curva “S” de costos (3 meses).

Tabla 90. Método del valor ganado (4 meses). (Fuente: Autores)

Siglas	Descripción (Datos)	Formula	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
BAC	Presupuesto Original		\$ 215.000.000			
PP	Avance Planeado %		0,93%	3,02%	5,02%	7,77%
PE	Avance Ejecutado %		0,50%	4,00%	4,50%	9,00%
PV	Valor Planeado	% Planeado * BAC	\$ 2.000.000	\$ 6.500.000	\$ 10.800.000	\$ 16.700.000
EV	Valor Ganado (Ejecutado)	% Ejecutado * BAC	\$ 1.075.000	\$ 8.600.000	\$ 9.675.000	\$ 19.350.000
AC	Costo Actual a la fecha de corte	Costo Actual	\$ 937.000	\$ 7.324.000	\$ 10.023.000	\$ 18.764.000
CV	Variación en el costo	EV - AC	\$ 138.000,00	\$ 1.276.000,00	-\$ 348.000,00	\$ 586.000,00
SV	Variación en el Cronograma	EV - PV	-\$ 925.000,00	\$ 2.100.000,00	-\$ 1.125.000,00	\$ 2.650.000,00
CPI	Índice del Comportamiento del Costo	EV / AC	115%	117%	97%	103%
SPI	Índice del Comportamiento del Cronograma	EV / PV	54%	132%	90%	116%
EAC	Estimado al Completar el Proyecto	BAC / CPI	\$ 187.400.000,00	\$ 183.100.000,00	\$ 222.733.333,33	\$ 208.488.888,89
ETC	Estimado para Completar el Proyecto	EAC - AC	\$ 186.463.000,00	\$ 175.776.000,00	\$ 212.710.333,33	\$ 189.724.888,89
VAC	Variación al completar el Proyecto	BAC - EAC	\$ 27.600.000,00	\$ 31.900.000,00	-\$ 7.733.333,33	\$ 6.511.111,11

#### 4.11.5 Gestión de la calidad

##### *Compromiso de la dirección con la calidad*

En la empresa INGELAB nos comprometemos a ser activos, constantes y consistentes en elaborar, gestionar y mantener un sistema de gestión de calidad para lograr la satisfacción del cliente, procurando la mejora continua de los procesos, contando un recurso humano involucrado y atendiendo las recomendaciones y sugerencias de los clientes.

##### *Alcance y del proyecto*

INGELAB es un laboratorio de ingeniería civil certificado encaminado al estudio de materiales usados en el ámbito de la ingeniería de suelos y geotecnia y en la ingeniería de pavimentos, que a través de la buena práctica de normas y estándares nacionales e internacionales busca caracterizar de la mejor forma posible las muestras entregadas por los clientes y entregar soluciones y alternativas que lleven al buen término de las obras de ingeniería en la ciudad.

Tabla 91. Normas y estándares de calidad. (Fuente: Autores)

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCION
<b>1</b>	<b>ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD</b>	
	ONUDI	Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial
<b>2</b>	<b>LICENCIAS Y PERMISOS</b>	
	MEEA	Manual de evaluación de estudios ambientales
<b>3</b>	<b>DISEÑOS</b>	
	NSR-98	Normas sismo resistentes 2008
	NTC-1500	Código nacional de fontanería
	NTC-2050	Código eléctrico nacional
<b>4</b>	<b>CONSTRUCCION</b>	
	ICPC	Manual de construcción, remodelación y evaluación
<b>5</b>	<b>EQUIPOS</b>	
	INVIAS 2007	Manual de ensayos de laboratorio de suelos y pavimentos
<b>6</b>	<b>RRHH</b>	
	Código sustantivo del trabajo	

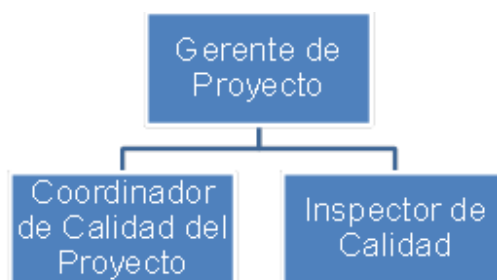


Figura 38. EDT de calidad.

Tabla 92. Matriz de roles y responsabilidades. (Fuente: Autores)

CARGO	RESPONSABILIDADES
Gerente de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la planeación, ejecución, control y cierre del proyecto</li> <li>• Responsable de que se procure la calidad en el proyecto</li> </ul>
Coordinador de Calidad del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura la disponibilidad de los recursos para ejecutar con calidad cada una de las fases del proyecto.</li> <li>• Velar por el cumplimiento de lo subcontratado por la empresa sea realizado cumpliendo los estándares y especificaciones acordadas</li> <li>• Tramitar las licencias y permisos concernientes al proyecto</li> <li>• Garantizar la revisión y validación de que los diseños se realicen siguiendo los estándares y especificaciones establecidas en los criterios y bases de diseño del proyecto</li> <li>• Verificar que el cronograma, alcance y el costo se ajusto a los requerimientos del cliente y a las especificaciones técnicas requeridas.</li> </ul>
Inspector de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo en el seguimiento a la implementación de las normas y especificaciones en campo.</li> <li>• Presentar informes sobre el estado y avance de la implementación del plan de calidad del proyecto</li> <li>• Apoyo en el seguimiento a la implementación de las normas y especificaciones en campo.</li> <li>• Seguimiento al plan de calidad de las actividades.</li> </ul>

Tabla 93. Listado de procedimientos. (Ver ejemplo de procedimiento en Anexo 11)

ETAPAS	PROCEDIMIENTOS
Solicitud de Licencias ambientales y permisos	Procedimiento para gestión de Estudios
Diseño	Procedimiento para gestión de diseños
Compra de equipos y materiales	Procedimiento de gestión de compras

## 4.11.6 Gestión de los recursos humanos

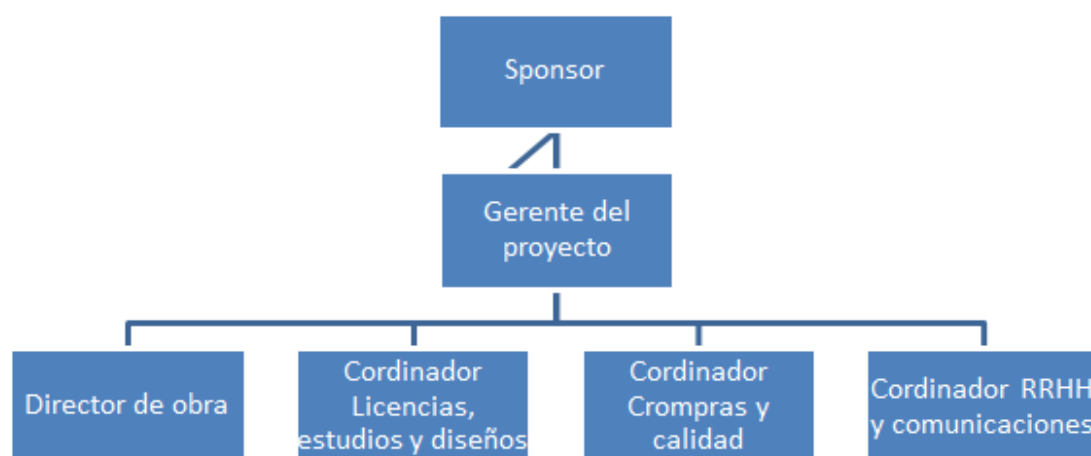


Figura 39. Organigrama de recursos humanos.

Tabla 94. Matriz RACI de recursos humanos. (Fuente: Autores)

Diagrama RACI	Cargo					
Actividad	SPONSOR	GERENTE DEL PROYECTO	DIRECTOR DE OBRAS	CORDINADOR DE ESTUDIOS, PERMISOS Y DISEÑOS	CORDINADOR DE COMPRAS Y CALIDAD	CORDINADOR DE RRHH Y COMUNICACIONES
Estudios de factibilidad	C	A		R		I
Licencias y permisos	C	A		R		I
Diseños	C	A	I	R		I
Construccion de obras cviles		A	R		I	I
Equipos de ensayos		A			R	I
Montaje de equipos		A	I		R	I
Pruebas de operación		A			R	I
Selección de personal	C	A			I	R
Capacitaciones		A			I	R
Puesta en marcha	C	R			I	I
Cierre	C	R		I	I	I
R	Responsable					
A	Rinde cuentas					
C	Consultada					
I	Informada					



Tabla 96. Matriz de roles y responsabilidades. (Fuente: Autores)

Matriz de Roles y Funciones	Sponsor	Gerente de Proyectos	Director de obra	Cordinador de Licencias, estudios y diseños	Cordinador de Compras y calidad	Cordinador de RRHH y comunicaciones
<b>Estudios de factibilidad</b>						
Estudio de mercados	A	R		C		P
Estudio tecnico	A	R		C		P
Estudio financiero	A	R		C		P
Estudio economico-social	A	R		C		P
Estudio ambiental	A	R		C		P
<b>Licencias y permisos ambientales</b>						
Permiso de curaduría		A	R	C		P
Plan de manejo ambiental		A	R	C		P
Licencia ambiental		A	R	C		P
Permiso de control urbano		A	R	C		P
<b>Diseños para la adecuacion del laboratorio</b>						
Diseño Arquitectónico		A	R	C		P
Diseño civil		A	R	C		P
Diseño Hidráulico Sanitario		A	R	C		P
Diseño sistema electrico		A	R	C		P
<b>Construccion de obras civiles</b>						
Construccion de adecuaciones		R/A	C		P	P
Instalaciones hidro-sanitarias		R/A	C		P	P
Instalaciones electricas		R/A	C		P	P
Fachadas y detalles		R/A	C		P	P
<b>Equipos de ensayos</b>						
Selección de equipos		R/A			C	P
Cotización de equipos		R/A			C	P
Adquisicion de equipos		R/A			C	P
Compra de accesorios y herramientas		R/A			C	P
Adquisición del vehiculo		R/A			C	P
<b>Montaje de Equipos</b>						
Recepcion de equipos		R/A			C	P
Instalacion de equipos		R/A			C	P
Identificacion de equipos		R/A			C	P
<b>Pruebas de Operación</b>						
Prueba de Equipos		R/A			C	P
verificaciones		R/A			C	P
calibraciones		R/A			C	P
<b>Selección de personal</b>						
Publicacion de cargos		R/A			P	C
Recepcion y selección de HV		R/A			P	C
Entrevistas		R/A			P	C
Selección		R/A			P	C
<b>Capacitaciones</b>						
Induccion al SGC					P	C
Inducciones teoricas					P	C
Capacitacion a laboratoristas					P	C
Capacitacion a ingenieros					P	C
<b>Entrega a Operación</b>	R/A	C	P		P	P
<b>Capitalización y cierre</b>	R/A	C	P		P	P

E: ejecuta, P: participa, C: coordina, R: revisa, A: autoriza



## 4.11.7 Gestión de las comunicaciones

Tabla 98. Registro de interesados – Comunicaciones. (Fuente: Autores)

IDENTIFICACION			EVALUACION			CLASIFICACION	
Nombre	Rol en el Proyecto	Información de Contacto	Requerimientos Primordiales	Expectativas Principales	Influencia	Interno/ Externo	Apoyo/Neutr o/Opositor
Diego Alvarez	Sponsor	<a href="mailto:diegoalvarez.pmv@gmail.com">diegoalvarez.pmv@gmail.com</a>		Que el laboratorio de suelos y pavimentos ofrezca los mejores servicios de ensayos en la ciudad de cartagena.	Alta	Interno	Apoyo
Danny Santos	Gerente de Proyecto	<a href="mailto:dannysantos@gmail.com">dannysantos@gmail.com</a>	Seguir todos los lineamientos del Plan de Dirección del Proyecto	Cumplir todos los objetivos del proyecto	Mediana	Interno	Apoyo
Jose Blanquicet, David Torres, Jose Herrera	Miembros del equipo de proyecto	<a href="mailto:joseblanquicet@gmail.com">joseblanquicet@gmail.com</a>	Garantizar la ejecución de todas las actividades durante la ejecución del proyecto	Tener todas las herramientas para poder garantizar el cumplimiento de todas las actividades.	Alta	Interno	Apoyo
Luis Perez	Contratista	<a href="mailto:luisperez@gmail.com.co">luisperez@gmail.com.co</a>	Ejecutar las actividades de adecuación de la planta física del laboratorio.	Obtener del equipo del proyecto el apoyo necesario para la ejecución de sus actividades y poder satisfacer sus requerimientos.	Alta	Externo	Apoyo
Trabajadores	Mano de obra	-	Hacer parte de las actividades con eficiencia.	Obtener retribución salarial y mejorar sus condiciones.	Mediana	Externo	Apoyo / Opositor
Provedores	Distribuidores o almacenes	-	Que se soliciten adecuadamente todos los productos necesarios para el montaje	Que se entreguen los equipos y herramientas necesarias para el montaje del laboratorio.	Mediana	Externo	Neutro
Clientes	Usuarios Finales	-	Que el servicio suministrado se amolde a las necesidades de cada obra en particular	Que se puedan alcanzar estándares altos en la ejecución de ensayos.	Mediana	Externo	Neutro
Vecinos	Afectados directos del montaje	-	Durante la ejecución del proyecto se controlen los ruidos, horas de trabajo y residuos	Que se genere un buen ambiente entre los vecinos y el laboratorio.	Alta	Externo	Opositor

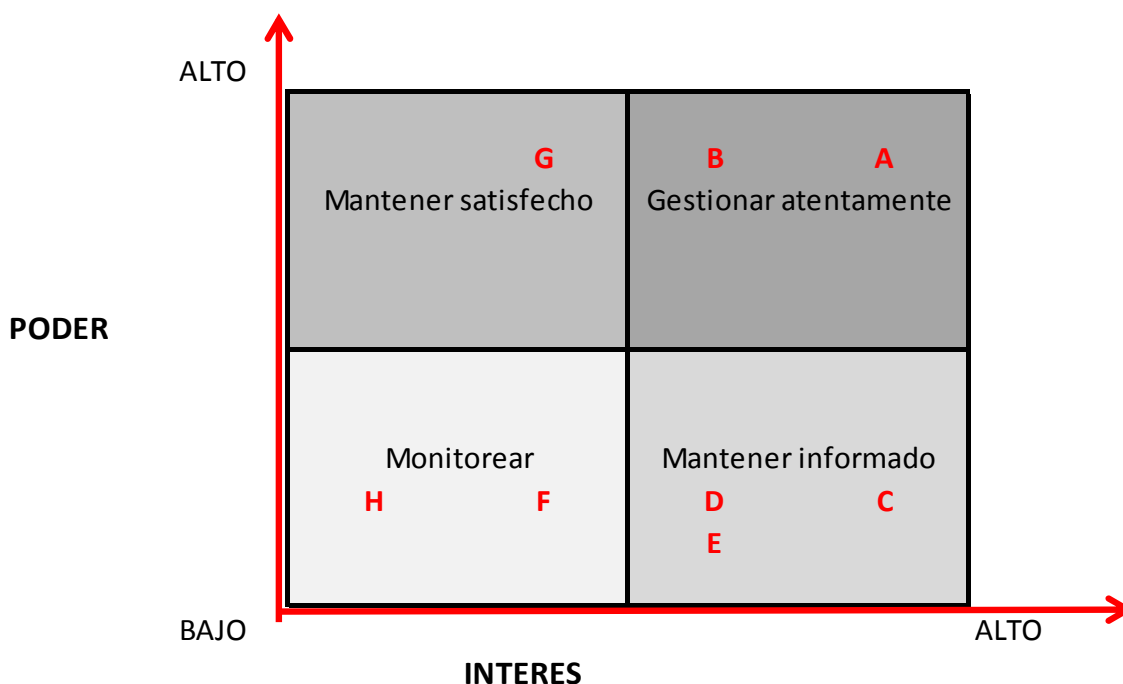


Figura 41. Matriz Poder – Interés de los interesados.



Tabla 99. Matriz de comunicaciones. (Fuente: Autores)

MATRIZ DE LAS COMUNICACIONES		PERIODICIDAD										
		SEM	MEN	SEM	SEM	SEM	QUIN	MEN	MEN	OTRO	MEN	
STACKHOLDER	NOMBRE	SEM	MEN	SEM	SEM	SEM	QUIN	MEN	MEN	OTRO	MEN	
Patrocinador	Diego Alvarez	@	🗨️	@				@	@		🗨️	
Gerente de Proyecto	Danny Santos	*	*	@	@	🗨️	🗨️	🗨️	@	@	*	
Miembros del equipo de proyecto	Jose Blanquicet, David Torres, Jose Herrera	@	@	*	*	*	*	*	*	*	🗨️	
Contratista	Luis Perez			@	@				@			
Mano de obra	Empleados			@								
Distribuidores	Provedores				@				@	@		
Usuarios finales	Cientes											
Vecinos	Afectados directos										🗨️	

NOMENCLATURA	SEM:	SEMANAL
	MEN:	MENSUAL
	QUIN:	QUINCENAL
	@	EMAIL
	🗨️	IMPRESO
	*	SEÑALA QUIEN GENERA LA INFORMACIÓN

Tabla 100. Calendarización del proyecto.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
Febrero			🗨️																											
Marzo				🗨️																										
Abril																														
Mayo																														
Junio																														
Julio																														
Agosto																														
Septiembre																														
Octubre																														
Noviembre																														
Diciembre																														

- 🔴 Inicio del Proyecto
- 🗨️ Reunión Semanal
- 📄 Entrega del Plan del Proyecto
- 📅 Entrega de Reporte Mensual
- 📌 Finalización de Estudios Previos
- A2 Entrega de Diseños
- A3 Equipos Instalados
- A4 Entrega de Informe de Pruebas
- 🔴 Fin del Proyecto

Tabla 101. Registro de pendientes. (Fuente: Autores)

No	Descripción	Quien quiere que esto se resuelva	Quien lo resolverá	Fecha requerida	Fecha solución real	Estatus	Observaciones
1	Correccion al diseño arquitectonico por espacios encontrados	Gerente del proyecto	Equipo de proyecto	6/11/12	12/11/12	En proceso	Se encontro un sitio para el montaje que debe ser adecuado para el desarrollo del proyecto.
2	Retraso materiales en obra	Director de obra	Equipo de proyecto	6/11/12	10/11/12	En proceso	Las compras no se estan solicitando en las fechas establecidas
3	Salarios mano de obra	Director de obra	Gerente del Proyecto	6/11/12	12/11/12	En proceso	Los salarios estan un poco bajos y los trabajadores estan reejamando un incremento.
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

#### 4.11.8 Gestión de los riesgos

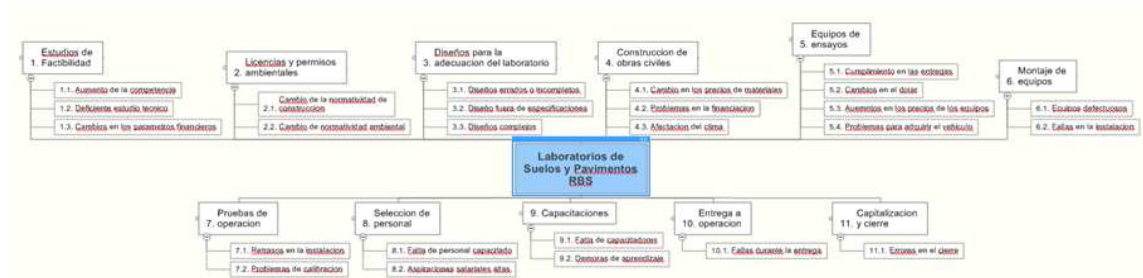


Figura 42. Risk Breakdown Structure (RBS).

Tabla 102. Listado de riesgos. (Fuente: Autores)

ITEM	NOMBRE
<b>1</b>	<b>Estudios de factibilidad</b>
1,1	Aumento de la competencia
1,2	Deficiente estudio tecnico
1,3	Cambios en los parametros financieros
<b>2</b>	<b>Licencias y permisos ambientales</b>
2,1	Cambio de la normatividad de construccion
2,2	Cambio de normatividad ambiental
<b>3</b>	<b>Diseños para la adecuacion del laboratorio</b>
3,1	Diseños errados o incompletos
3,2	Diseños fuera de Especificación
3,3	Diseños complejos
<b>4</b>	<b>Construccion de obras civiles</b>
4,1	Cambio en los precios de materiales
4,2	Problemas en la financiacion
4,3	Afectacion del clima

<b>5</b>	<b>Equipos de ensayos</b>
5,1	Incumplimiento en las entregas
5,2	Cambios del dolar
5,3	Aumentos en los precios de los equipos
5,4	Bajo Rendimiento en el desarrollo de las actividades
<b>6</b>	<b>Montaje de equipos</b>
6,1	Equipos defectuosos
6,2	Fallas en instalacion
<b>7</b>	<b>Pruebas de Operación de Equipos</b>
7,1	Retrasos en la instalacion
7,2	Problemas de calibracion
<b>8</b>	<b>Selección de personal</b>
8,1	Falta de personal capacitado
8,2	Aspiraciones salariales altas
<b>9</b>	<b>Capacitaciones</b>
9,1	Falta de capacitadores
9,2	Demoras de aprendizaje
<b>10</b>	<b>Entrega a operación</b>
10,1	Fallas durante la entrega
<b>11</b>	<b>Capitalizacion y cierre</b>
11,1	Errores en el cierre

Tabla 103. Categorización de los riesgos. (Fuente: Autores)

		Impacto				
		leve	Moderado	Crítico	Muy Crítico	
Probabilidad		1	2	3	4	
	Remota	1	5%	10%	15%	20%
	Ocasional	2	10%	20%	30%	40%
	Moderada	3	15%	30%	45%	60%
	Frecuente	4	20%	40%	60%	80%
Constante	5	25%	50%	75%	100%	

Clasificación	Descripción
<b>Aceptable</b>	De acuerdo con la magnitud del impacto y la probabilidad de ocurrencia de este, la vulnerabilidad es aceptada para valores de hasta el 24% según el riesgo evaluado. Riesgos que de acuerdo a la matriz se presenten en este rango serán aceptados bajo la consigna de realizar un informe con el objetivo de evitar que se presente riesgo similar
<b>Tolerable</b>	Se presenta una vulnerabilidad del 25% y hasta el 49% según la magnitud del impacto y la ocurrencia o probabilidad de este. Riesgos evaluados en la matriz y dentro de este rango no incidirán en la detención del proyecto, pueden ser tolerados dentro de la ejecución del mismo sin que afecten la ruta crítica
<b>Inaceptable</b>	No son permitidas vulnerabilidades en este rango, sin embargo al presentarse pueden llegar a incidir o afectar la ruta crítica por esta razón deben implementarse medidas INMEDIATAS para la corrección de la desviación y evitar que se presente nuevamente. Según la matriz la vulnerabilidad de acuerdo con el impacto y la probabilidad del riesgo en este rango es entre el 50% y el 74%
<b>Nunca permitido</b>	No se permitan vulnerabilidades en este rango según el impacto y la probabilidad. Por estar en valores de más del 75%, afectarán de manera directa la ruta crítica y la viabilidad del proyecto y pueden causar la cancelación del mismo

Tabla 104. Identificación, registro, valoración y plan de respuesta a los riesgos. (Fuente: Autores)

Item	Fase	Riesgo	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-4)	Valoración	Nivel	Respuesta	Valor contingencia
1	Estudios de factibilidad	Aumento de la competencia	3	3	45%	Tolerable		
		Deficiente estudio técnico	2	2	20%	Aceptable		
		Cambios en los parámetros financieros	2	3	30%	Tolerable		
2	Licencias y permisos ambientales	Cambio de la normatividad de construcción	1	2	10%	Aceptable		
		Cambio de normatividad ambiental	2	3	30%	Tolerable		
3	Diseños para la adecuación del laboratorio	Diseños errados o incompletos	2	2	20%	Aceptable		
		Diseños fuera de Especificación	1	2	10%	Aceptable		
		Diseños complejos	2	2	20%	Medio		
4	Construcción de obras civiles	Cambio en los precios de materiales	4	3	60%	Inaceptable	Guardar una reserva para amortizar los sobrecostos de los materiales en el año del proyecto. 5%	\$ 5.000.000
		Problemas en la financiación	3	3	45%	Tolerable		
		Afectación del clima	2	3	30%	Tolerable		
5	Equipos de ensayos	Incumplimiento en las entregas	4	2	40%	Tolerable		
		Cambios del dólar	3	4	60%	Inaceptable	Guardar reserva para posible incremento del dólar, se asume del 10%, sobre los equipos de importación.	\$ 12.000.000
		Aumentos en los precios de los equipos	3	4	60%	Inaceptable	Guardar una reserva para amortizar los sobrecostos de los materiales en el año del proyecto. 5%	\$ 22.000.000
		Bajo Rendimiento en el desarrollo de las actividades	2	2	20%	Aceptable		
6	Montaje de equipos	Equipos defectuosos	1	3	15%	Aceptable		
		Fallas en instalación	1	2	10%	Aceptable		
7	Pruebas de Operación de Equipos	Retrasos en la instalación	3	2	30%	Tolerable		
		Problemas de calibración	2	2	20%	Aceptable		
8	Selección de personal	Falta de personal capacitado	3	4	60%	Inaceptable	Asumir traer personal de otras ciudades	\$ 15.000.000
		Aspiraciones salariales altas	4	3	60%	Inaceptable	Tener provisiones para algunos reajustes salariales	\$ 10.000.000
9	Capacitaciones	Falta de capacitadores	2	2	20%	Aceptable		
		Demoras de aprendizaje	4	2	40%	Tolerable		
10	Entrega a operación	Fallas durante la entrega	3	3	45%	Tolerable		
11	Capitalización y cierre	Errores en el cierre	1	3	15%	Aceptable		
								\$ 64.000.000

#### 4.11.9 Gestión de abastecimientos

Tabla 105. Matriz de abastecimientos.

MATRIZ DE ABASTECIMIENTOS					
ENTREGABLES	PAQUETES DE CONTRATACION				
	Gerencia Proyecto	Diseños	Obra Civil	Pruebas	Capacitaciones
<b>Estudios de factibilidad</b>					
Estudio de mercados	X				
Estudio técnico	X				
Estudio financiero	X				
Estudio económico-social	X				
Estudio ambiental	X				
<b>Licencias y permisos ambientales</b>					
Permiso de curaduría	X				
Plan de manejo ambiental	X				
Licencia ambiental	X				
Permiso de control urbano	X				
<b>Diseños para la adecuación del laboratorio</b>					
Diseño Arquitectónico		X			
Diseño civil		X			
Diseño Hidráulico Sanitario		X			
Diseño sistema eléctrico		X			

<b>Construcción de obras civiles</b>					
Construcción de adecuaciones			X		
Instalaciones hidro-sanitarias			X		
Instalaciones eléctricas			X		
Fachadas y detalles			X		
<b>Equipos de ensayos</b>					
Selección de equipos	X				
Cotización de equipos	X				
Adquisición de equipos	X				
Compra de accesorios y herramientas	X				
Adquisición del vehículo	X				
<b>Montaje de Equipos</b>					
Recepción de equipos	X				
Instalación de equipos	X				
Identificación de equipos	X				
<b>Pruebas de Operación</b>					
Prueba de Equipos				X	
verificaciones				X	
calibraciones				X	
<b>Selección de personal</b>					
Publicación de cargos	X				
Recepción y selección de HV	X				
Entrevistas	X				
Selección	X				
<b>Capacitaciones</b>					
Inducción al SGC					X
Inducciones teóricas					X
Capacitación a laboratoristas					X
Capacitación a ingenieros					X
<b>Entrega a Operación</b>	X				
<b>Capitalización y cierre</b>	X				

ESQUEMAS DE CONTRATACION					
TIPO DE CONTRATO	interno	Precio Fijo	Precio Unitario	Precio Unitario	Precio Unitario
FORMA DE PAGO	interno	% Avance	Actas parciales	Actas parciales	Actas parciales
COSTO APROX. (PESOS)	\$ 185.000.000	\$ 5.000.000	\$ 15.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
ANTICIPO	0%	20%	30%	30%	30%
FECHA CONCURSO	Asignación	Asignación	15-sep-12	15-nov-12	15-nov-12
FECHA CONTRATACION	N.A.	01-abr-12	01-oct-12	01-dic-12	01-dic-12

*Ejemplo de Declaración de Trabajo.***STATEMENT OF WORK****1. OBJETO**

La siguiente declaración establece las normas y condiciones para el diseño arquitectónico de las obras de mantenimiento laboratorio de suelos y pavimentos.

**2. ALCANCE**

El alcance comprende:

- a. Visita de obras y toma de dimensiones del edificio y casas colindantes
- b. Realizar un levantamiento de las instalaciones como las entrega el arrendatario.
- c. Trazar las alternativas de solución a los requerimientos de espacio de el laboratorio y disponerlo a los socios
- d. Realizar el diseño arquitectónico de el laboratorio.
- e. Cuadrar cambios posibles y estar a disposición.
- f. Entrega de planos definitivos

Cualquier omisión de esta especificación en la descripción de algún componente o requerimiento, no exonerará al Proveedor de su responsabilidad de entregar un equipo completo en todos sus aspectos, que sea funcional satisfactoriamente operable, sin costo adicional.

**3. ASPECTOS GENERALES**

Los diseños deben estar cubiertos por los requerimientos de la sociedad.

**4. CALIFICACIÓN**

- El Fabricante deberá ser especializado en diseños arquitectónicos y tener una experiencia mayor a 5 años.
- El Fabricante deberá poseer certificado de aseguramiento de calidad de la serie ISO 9000.
- El Fabricante deberá poseer equipos software de diseño propios y con licencia.

**5. NORMAS APLICABLES**

Será responsabilidad del PROVEEDOR verificar que el diseño utilizado estén de acuerdo con las normas aplicables y esta especificación. Los planos de construcción se dimensionarán en unidades SI (Sistema Métrico Internacional). Si adicionalmente se utiliza el sistema de unidades inglesas, estas se colocarán entre paréntesis.

**6. ASPECTOS TECNICOS**

Los planos deberán tener escalas de trabajo dimensionadas y uniformes a los requerimientos.

**7. DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ENTREGAR EL PROVEEDOR**

Entre los documentos que deberá entregar el Proveedor, en original y tres (3) copias (en medio Impreso y en archivo magnético), figuran:

Con la oferta:

- Esquemas y diagramas de borradores
- Planos con dimensiones del levantamiento inicial
- Planos definitivos
- Direccionamientos y recomendaciones

## 5. CONCLUSIONES

Luego de finalizar el estudio de prefactibilidad y el diseño del plan de gestión del proyecto para la creación de un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista del estudio de mercado, el proyecto para la creación de un laboratorio de suelos y pavimentos certificado en la ciudad de Cartagena es viable.
- En el año 2011, el consumo en los hogares continúa acelerándose como resultado de las políticas monetarias expansivas, de la fortaleza del peso y de una tendencia a la disminución del desempleo. Si bien el Banco de la República aumentó levemente a comienzos de 2011 su tasa de interés como respuesta a un brote inflacionario ocasionado principalmente por factores climatológicos adversos, ellas continúan en un nivel históricamente muy reducido y se espera, en términos generales, que no subirán mayormente en el transcurso del año.
- 2011 será otro año de altos ingresos de inversión extranjera, sobre todo aquella con destino a la exploración y explotación de petróleo, carbón y oro. Por otro lado, el comportamiento reciente de licencias de construcción sugiere que la actividad edificadora inició en firme un ciclo ascendente. Igualmente se espera una recuperación en sectores como el café, así como otro buen año para el comercio y transporte. A su vez, el sector manufacturero consolidará su proceso de recuperación, el que viene desde el segundo trimestre de 2010.
- Se puede decir que en el sector de la construcción para el año 2011 y los venideros, se espera una época favorable, ya que a partir del año 2010 hubo un incremento del 11%, y según lo proyectado para finales del año se estima un incremento del 12%.
- Tras haber realizado el análisis de la demanda se concluye que más del 20% de los encuestados escogen el laboratorio de su preferencia debido a que desconocía otras opciones, lo cual es un dato muy interesante ya que solo por recomendación y buenas referencias de otros clientes se puede obtener un gran número de mercado insatisfecho.

- Otro dato que se determinó a través del análisis de la demanda fue que el 80% de los encuestados estarían dispuestos a pagar un sobrecosto del 5% por el valor agregado de un laboratorio de suelos y pavimentos certificados.
- Con el análisis de la oferta se obtiene que de los 6 laboratorios que existen en la ciudad, solo 2 están interesados en la certificación de su laboratorio, en el cual uno está en proceso que es la empresa MER mientras que CH PEREIRA ya se encuentra certificado pero no le ha dado exclusividad a su laboratorio.
- También se pudo determinar con el análisis de la oferta, el número de obras atendidas por cada uno de los laboratorios existentes en la ciudad de Cartagena, lo cual arroja un total de OULE de 224 para el año 2010.
- La cantidad de obras atendidas por los laboratorios es directamente proporcional, como era de esperarse, a la situación actual de la economía y de la parte de la construcción. Por tal motivo se espera que con un crecimiento de la construcción para los próximos años, se presentará un crecimiento proporcional de la oferta de laboratorios en el sector.
- Se determinaron los principales medios de comercialización por cada uno de los laboratorios, el cual arrojó un dato muy determinante en donde el principal medio de comercialización son los contactos con los gremios y como otras opciones son las páginas amarillas, los brochures, folletos y páginas de internet que son muy utilizados y pueden generar una ventaja con respecto a la competencia.
- Confrontando los datos obtenidos en los análisis de la demanda y oferta se concluye que en el primer trimestre de 2011 se han ofrecido 95 servicios a OULE, que al compararlo con la demanda de ese mismo periodo que fueron 229 ONLE, genera una demanda insatisfecha de 134 obras.
- Si el laboratorio entrara en funcionamiento en este instante de tiempo, tendría potencialmente 134 obras a las cuales ofrecer sus servicios, sin incluir las atraídas por las estrategias de comercialización de este nuevo servicio.
- El Estudio de Mercado realizado, arroja unos resultados que lo posicionan muy bien en cuanto a la determinación de su viabilidad.
- El proyecto de crear un laboratorio de suelos y pavimentos certificado desde el punto de vista técnico es viable.



- El laboratorio prestará a lo largo del primer año de funcionamiento un total de 8.008 servicios y crecerá al año 2.015 con una producción de 11.286 servicios.
- La ubicación del laboratorio INGELAB será en la ciudad de Cartagena en el departamento de Bolívar en Colombia, y se emplazará en el barrio Bellavista-Campestre.
- Se seleccionaron 67 equipos y tecnología de laboratorio para la producción de 41 servicios completos, y otros afines que se pueden realizar sin inversión alguna.
- Se calculó para el laboratorio, oficinas y zonas comunes un área de 128m<sup>2</sup>, preferiblemente de 8m x 16m de fondo.
- Para la mano de obra directa se necesita un laboratorista y dos ayudantes, uno de laboratorio y otro de campo.
- Para las labores administrativas se calculó un Ingeniero Jefe de Laboratorio y un Gerente, además de un contador externo que lleve a cabo las facturaciones.
- La inversión total para el montaje de la empresa se calculó en \$ 158.112.558, sin incluir costos de funcionamiento, valor al año 0.
- La duración total de los estudios se calculó para 12 meses, y se estima el montaje del laboratorio y detalles de 2 meses aproximadamente.
- Los impactos generados por las acciones del proyecto sobre los factores ambientales, son negativos o perjudiciales, ya que generan contaminantes de diversas características.
- Las alteraciones que sufre el ambiente a causa del proyecto tienen un grado bajo, ya que no superan el 3,8 promedio de un máximo de 10.
- Los factores ambientales considerados tienen baja significancia dentro del ambiente, ya que no superan el 4,2 promedio de un máximo de 10.
- La acción del proyecto que más genera alteraciones a los factores ambientales considerados, Aire y Agua Residual, es la de Lavado de Equipos.
- En términos generales, el proyecto, a pesar de generar impactos ambientales en su totalidad negativos, dichos impactos no tienen mayor significancia en el ambiente, por lo que pueden ser mitigados mediante la implementación del Plan de Manejo Ambiental, anexo al presente documento. Por lo anterior, se considera que el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental.

- El flujo de caja del inversionista muestra que el proyecto es factible financieramente ya que genera un valor presente y una TIR apropiada para tomar una decisión de viabilidad.
- El análisis económico genera un VPNE de \$359.523.560 unidades monetarias de bienestar, lo que significa que el proyecto es económicamente viable.
- Los objetivos del proyecto sobre los cuales se realizará el análisis de los riesgos son: Tiempo y Costo.
- Los riesgos tenidos en cuenta para la realización del PGR, fueron los que en caso de materializarse tuvieran un efecto negativo sobre los objetivos del proyecto.
- Se identificaron 10 riesgos a los que se les asignaron los siguientes nombres y abreviaturas: afectación ambiental (AA), certificación en calidad (CC), construcción local (CL), clientes (CT), desarrollo social (DS), errores en estimación de la demanda (ED), fallas de los equipos (FE), fenómenos naturales (FE), incumplimiento de proveedores (IP) y valoración de los parámetros para proyecciones (VP).
- El objetivo Costos es más susceptible al impacto de los riesgos identificados que el objetivo Tiempo, dado que se trata de un proyecto cuya etapa de construcción y puesta en marcha es considerablemente corta respecto a la operación.
- Luego de haber realizado el análisis cualitativo de riesgo inherente y obtenido los datos de los niveles de riesgo, se determinó hacer el Plan de Respuesta a los Riesgos teniendo en cuenta aquellos con niveles tolerable e inaceptable, con el objeto de reducir su probabilidad o impacto y llevarlos a un nivel aceptable o tolerable.
- Respecto al objetivo Costos se puede afirmar que:
  - En el análisis cualitativo de riesgo inherente, los riesgos FN, CL, CT, IP y CC tienen un nivel de riesgo inaceptable; los riesgos AA, FE y DS tienen un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos ED y VP tienen un nivel de riesgo aceptable.
  - En el análisis cualitativo de riesgo residual, los riesgos FN, CL, CT, CC y DS tienen un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos IP, AA y FE tienen un nivel de riesgo aceptable.
- Respecto al objetivo Tiempo se puede afirmar que:

- En el análisis cualitativo de riesgo inherente, los riesgos FN e IP tienen un nivel de riesgo inaceptable; el riesgo FE tiene un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos ED, VP, CC, CL, CT, AA y DS tienen un nivel de riesgo aceptable.
- En el análisis cualitativo de riesgo residual, el riesgo FN tiene un nivel de riesgo tolerable; y los riesgos IP y FE tienen un nivel de riesgo aceptable.

## 6. RECOMENDACIONES

En el desarrollo de este trabajo integrador, y teniendo en cuenta que se trata de un estudio de pre factibilidad y el diseño de un plan para la dirección del futuro proyecto, se presentan a continuación las siguientes recomendaciones:

- Debido a que el proyecto se encuentra en etapa de pre factibilidad, y aunque las fuentes de información son tan confiables que se asemejan a las normalmente utilizadas en los estudios de factibilidad, se recomienda montar el proyecto en una fase de estudios definitivos con el fin de establecer la viabilidad real del laboratorio en la ciudad.
- Los análisis de proyección futura se hicieron para los cinco años siguientes al año 2011, que correspondió al año de desarrollo de las materias en la especialización de gerencia de proyectos, y por tal motivo se sugiere realizar las proyecciones de forma tal que el año cero coincida con el año de ejecución del proyecto y el año 1 con el de operación del laboratorio.
- El diseño del plan de gestión para la ejecución del proyecto se elaboró asumiendo muchos datos de imposible conocimiento en la etapa de pre factibilidad, pero se trató de ajustar a la realidad de ese momento. Por tal motivo, se recomienda actualizar el plan en el momento de comenzar la ejecución del mismo.
- Todo el estudio de ingeniería debe reconsiderarse, debido a los cambios frecuentes de la política organizacional de la ciudad y las disponibilidades de localización óptima del laboratorio, además de las actualizaciones de las cotizaciones de productos y ajustes de los incrementos del IPC y las divisas.
- En el estudio de factibilidad deben ser revisadas la demanda actual y la oferta, realizando las encuestas presentadas en los anexos y modificando las tendencias del mercado de la ciudad.
- En el estudio financiero se recomienda revisar la tasa bancaria de préstamo para libre inversión del momento de ejecución de la misma y el aporte de los socios y patrocinadores interesados en el proyecto, ya que cambios pequeños en estos datos podrían afectar considerablemente la viabilidad de la ejecución del laboratorio como proyecto de inversión.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

AASHTO, ASTM. 1994. Book of Standards. V 4.08 y 4.09, Philadelphia.

BEHRENS Y HAWRANEK. Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial. ONUDI. 1994.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. México. McGraw Hill. Segunda edición. 1998.

Instituto Nacional de Vías, INVIAS. Especificaciones de construcción de carreteras. Bogotá, 2007.

Instituto Nacional de Vías, INVIAS. Normas de ensayos de materiales para carreteras. Bogotá, 2007.

LUGO, Guadalupe. La importancia de los laboratorios. Revista Construcción y Tecnología. 2006. En la web: [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

PMI. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos del PMBOK. Cuarta edición. Pennsylvania. 2008.

REYES LIZCANO, Fredy. Diseño racional de pavimentos. Bogotá. Centro editorial Javeriano. 2009.

VAZQUEZ, Hugo. Calidad, Gestión de la Calidad y Certificación. 2010. En la web: [www.grupos.emagister.com](http://www.grupos.emagister.com)

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta aplicada para análisis de demanda

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Objeto de la obra: \_\_\_\_\_

Contratista: \_\_\_\_\_ Duración de la obra: \_\_\_\_\_

1. La entidad contratante es de carácter
  - a) Privado
  - b) Publico
2. El énfasis de la obra está relacionado directamente con la construcción de:
  - a) Vías
  - b) Movimiento de Tierras
  - c) Edificaciones
3. ¿Realiza usted ensayos de laboratorio a los materiales de su obra?
  - a) Si
  - b) No
4. Los ensayos que requiere los realiza en:
  - a) Laboratorio propio
  - b) Laboratorio externo
  - c) Combina las dos opciones
5. Cuál es el laboratorio de ingeniería de su preferencia:
 

\_\_\_\_\_
6. Por que escogió usted este laboratorio:
  - a) Economía
  - b) Confiabilidad
  - c) Acompañamiento
  - d) Certificación
  - e) Desconocimiento de otras opciones
7. ¿Conoce usted la certificación de calidad ISO-9001?
  - a) Si
  - b) No
8. ¿Es de su interés que el laboratorio de su preferencia este certificado?
  - a) Si
  - b) No
9. ¿Estaría dispuesto a adquirir los servicios de un laboratorio con certificación de calidad ISO-9001?
  - a) Si
  - b) No
10. Con respecto a los precios del mercado, ¿qué porcentaje adicional estaría dispuesto usted a pagar por ensayos de laboratorio confiables?
  - a) 0%
  - b) 5%
  - c) 10%
11. De la lista anexa, identifique los numerales de los ensayos que normalmente utiliza en la obra, frente de la frecuencia de realización:
  - a) Más de 30 veces al mes: \_\_\_\_\_
  - b) De 15 a 30 veces al mes: \_\_\_\_\_
  - c) De 4 a 15 veces al mes: \_\_\_\_\_
  - d) Entre 2 a 4 veces al mes: \_\_\_\_\_
  - e) Una vez al mes: \_\_\_\_\_
  - f) Una vez durante la obra: \_\_\_\_\_
12. ¿Qué ensayos de la lista anexa considera necesarios para su obra, pero no son ofrecidos por los laboratorios de la ciudad?
 

\_\_\_\_\_
13. ¿Cómo califica usted la atención del laboratorio de su preferencia en los siguientes aspectos, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto?
  - a) Entrega oportuna de resultados (1) (2) (3) (4) (5)
  - b) Credibilidad y respaldo (1) (2) (3) (4) (5)
  - c) Precios (1) (2) (3) (4) (5)
  - d) Atención al cliente (1) (2) (3) (4) (5)
  - e) Asistencia en obra (1) (2) (3) (4) (5)
  - f) Claridad de resultados (1) (2) (3) (4) (5)

## Anexo 2. Encuesta aplicada para análisis de oferta

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Razón Social: \_\_\_\_\_

Representante Legal: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué servicios ofrece su empresa?
 

a) Ensayos de laboratorio	b) Interventoría
c) Consultoría	d) Construcción
2. En la Actualidad, ¿a qué obras está suministrando sus servicios profesionales en cuanto a ensayos de laboratorio?
 

3. ¿Su laboratorio cuenta actualmente con certificación de calidad ISO-9001?
 

a) Si	b) No	c) Está en proceso de certificación
d) No le interesa certificarse en el momento		
4. En promedio, ¿a qué cantidad de obras le presta sus servicios anualmente?
 

--	--
5. De la lista de ensayos de laboratorio anexa, ¿qué ensayos de laboratorio ofrece a sus clientes y cuál es el valor promedio de estos ensayos?
 

6. ¿Está pensando usted en adquirir nuevos equipos con el fin de prestar otro tipo de servicios? Diga cuáles y cuándo espera adquirirlos.
 

a) Si	b) No
7. ¿Cuál es la forma de comercialización y promoción de sus servicios?
 

Internet		
a) Páginas Amarillas	b) Contactos del gremio	c) Sociedades
d) Prensa	e) Radio	f) Brochures y folletos
g) Otros, cual _____		

### Anexo 3. Anexo de encuestas de demanda y oferta

1. Estudio de Suelos
2. Determinación de la humedad natural (NTC 1495-2001)
3. Peso Unitario (ASTM D2937-04)
4. Gravedad Específica de agregados Sólidos (INVE-128-07)
5. Granulometría por Tamizado con Lavado (NTC 77-07)
6. Análisis Granulométrico por Hidrómetro (T. 200-4") (INVE-124-07)
7. Límites de Atterberg (20%-200%) (NTC 4630-1999)
8. Límites de Contracción, relación de contracción (NTC 1503-2001)
9. Equivalente de Arena (INVE 133-07)
10. Expansión Libre y consolidación (ASTM D 4546-08)
11. Permeabilidad en Cámara Triaxial (ASTM D 5084-2003)
12. Compactación Proctor Estándar (INVE-141-07)
13. Compactación Proctor Modificado (INVE-142-07)
14. CBR Relación de soporte de California (0-100%) ( 12 Puntos) Material Cohesivo o 6 puntos granular (INVE-148-07)
15. Corte Directo CD (INVE-154-07)
16. Resistencia a la compresión confinada esfuerzo de resistencia a la Compresión (NTC 1527-2000)
17. Triaxial Monotónico UU, CU, CD (INVE-153-07)
18. Peso Unitario Llenante en Tolueno (INVE 225-07)
19. Tensión Indirecta para el Modulo Resiliente de Mezcla Asfáltica (INVE 749-07)
20. Penetración de los materiales Asfálticos (INV E 706-07)
21. Tracción Indirecta de cilindros Normales de Concreto (INV E 411-07)
22. Punto de ignición y llama mediante la copa Abierta de Cleveland (INV E 709-07)
23. Punto de Ablandamiento de Materiales Bituminosos (INV E 712-07)
24. Resistencia a la compresión Simple Mezclas (INV E 747-07)
25. Adhesividad de los ligantes a los agregados finos (Riedel Weber) (INV E 774-07)
26. Efecto del Agua sobre Mezclas Asfálticas Seltas (INV E 757-07)
27. Cubrimientos de los Agregados con Materiales Asfáltica en presencia del agua (stripping) (INV E 737-07)
28. Peso Especifico teórico Máxima de Mezclas Asfáltica (INVE 735-07)
29. Efectos de Agua sobre cohesión de Mezclas Asfálticas Compactadas (inmersión-compresión) (INV E 738-07)
30. Adherencia en Bandeja (INV E 740-07)
31. Peso Especifico Aparente y peso Unitario de Mezcla Asfáltica Compactadas empleado Especímenes Saturados por Probeta (INV E 733-07)
32. Extracción de Asfalto (INV E 732-07)
33. Evaluación de la resistencia mecánica por el método de 10 % de Finos (INV E 224-07)
34. Angularidad del Agregado Fino y Grueso (INV E 239-07)
35. Resistencia Mezclas Asfálticas al Daño por Humedad Inducida (TSR) (INV E 725-07)
36. Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall (INV E 748-07)

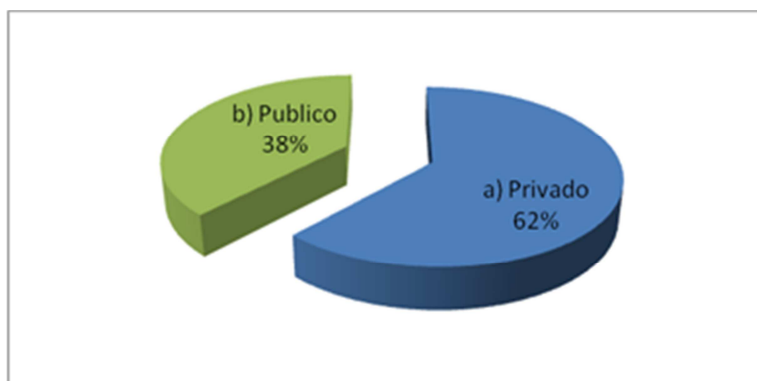


37. Resistencia a la flexión método de la viga simple cargada a los tercios (INV E 414-07)
38. Análisis Granulométrico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas (INV E 782-07)
39. Modulo Resiliente Base o Sub-base Granular y subrasante (INV E 156-07)
40. Ensayo de concentración crítica de llenante (INVE 745-07)
41. Azul de Metileno (INV E 235-07)
42. Deformación Plástica en Mezclas Asfáltica Mediante la Pista de Ensayo (INV E 756-07)
43. Finura del Cemento (Aparato de Blaine ) Superficie Especifica promedio (NTC 33-1997)
44. Peso Especifico del Cemento (NTC 221-1999)
45. Tiempo de Fraguado del cemento, Mediante el aparato de Vicat (NTC 118-2004)
46. Resistencia a la compresión de Cilindros Esfuerzo de Falla (NTC 673-2000)
47. Análisis Granulométrico por Tamizado (NTC 77-2007)
48. Masa Unitaria de Agregados Suelta, compactada (NTC 92-1995)
49. Metodo de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto (NTC 127-2000)
50. Resistencia de Agregados al Ataque de Sulfatos. (NTC 126-1995)
51. Peso Específico y Absorción Agregado Fino. (NTC 237-1995)
52. Peso Específico y Absorción Agregado Grueso. (NTC 176-1995)
53. Porcentaje de Caras Fracturadas - Evaluación por Cara (INVE 227 -07)
54. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de Agregados Gruesos (NTC 98-2006)
55. Ensayo de Aceros de Refuerzo a Tracción, Limites de Fluencia, elongación, resaltes, modulo de Elasticidad (NTC 2-1995 NTC 2289 NTC 3353)
56. Índice de Alargamiento y Aplanamiento (INVE 230-2007)
57. Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido (NTC 5653-2008)
58. Diseño de Mezcla en concreto (ACI 211. 1-91)
59. Compresión simple en Núcleos de concreto (NTC 673-2000)
60. Determinación de la limpieza superficial de las partículas de agregado grueso (INVE 237-07)

#### Anexo 4. Resultados encuestas de demanda

*Pregunta 1. La entidad contratante es de carácter*

a) Privado                      b) Publico



Gráfica 1. Respuesta a la Pregunta 1 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 2. El énfasis de la obra está relacionado directamente con la construcción de:*

a) Vías y/o Movimiento tierras                      b) Viviendas                      c) Otras construcciones

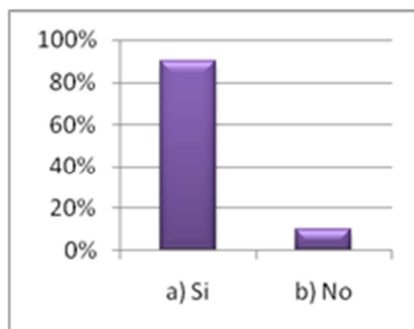
¿Cuál? \_\_\_\_\_



Gráfica 2. Respuesta a la Pregunta 2 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 3. ¿Necesita usted realizar ensayos de laboratorio a los materiales de su obra?*

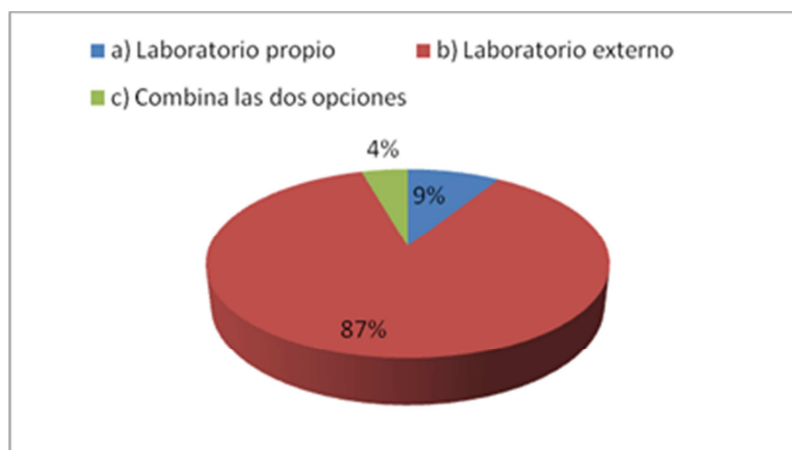
a) Si                                      b) No



Gráfica 3. Respuesta a la Pregunta 3 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

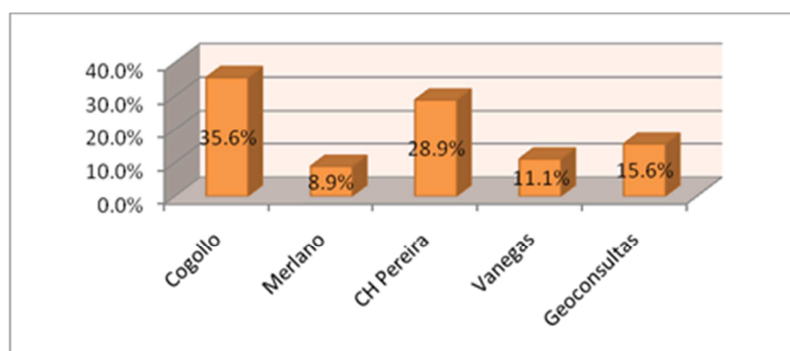
*Pregunta 4. Los ensayos que requiere los realiza en:*

*a) Laboratorio propio      b) Laboratorio externo      c) Combina las dos opciones*



Gráfica 4. Respuesta a la Pregunta 4 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

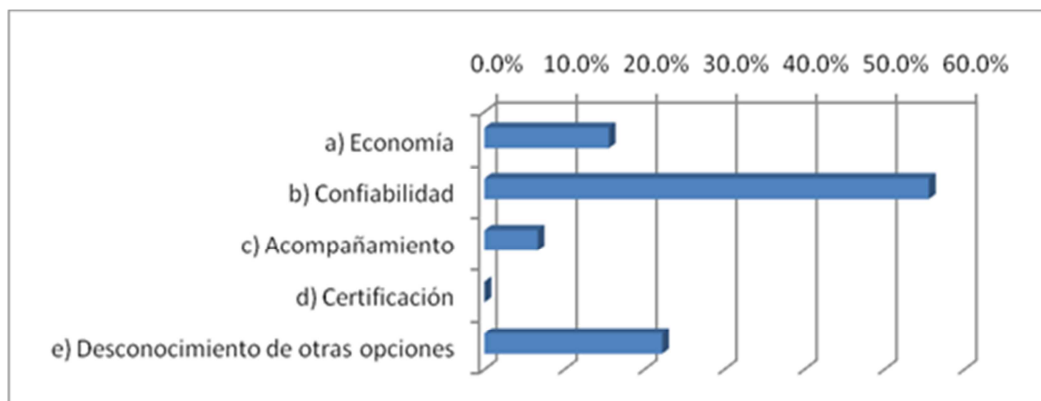
*Pregunta 5. ¿Cuál es el laboratorio de ingeniería de su preferencia?*



Gráfica 5. Respuesta a la Pregunta 5 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 6. ¿Por qué escogió usted este laboratorio?*

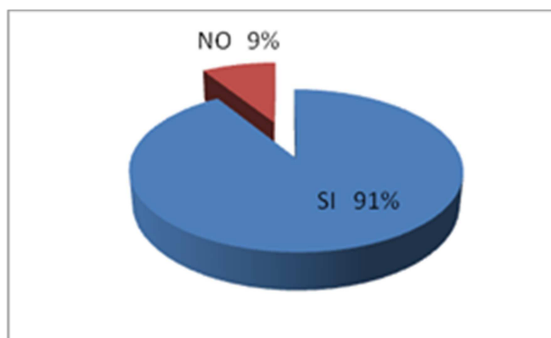
- a) *Economía*                      b) *Confiabilidad*                      c) *Acompañamiento*  
 d) *Certificación*                      e) *Desconocimiento de otras opciones*



Gráfica 6. Respuesta a la Pregunta 6 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 7. ¿Conoce usted la certificación de calidad ISO-9001?*

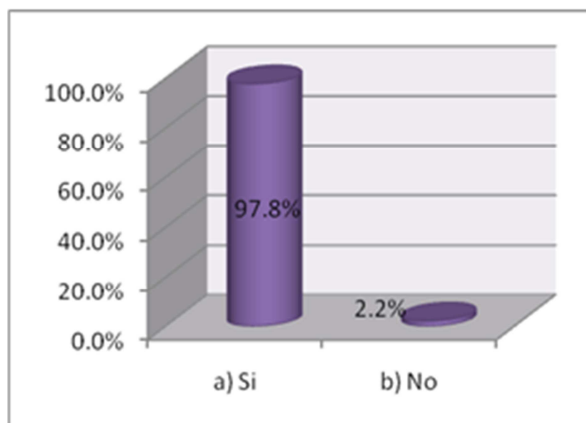
- a) *Si*                      b) *No*



Gráfica 7. Respuesta a la Pregunta 7 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 8. ¿Es de su interés que el laboratorio de su preferencia este certificado?*

- a) *Si*                      b) *No*



Gráfica 8. Respuesta a la Pregunta 8 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

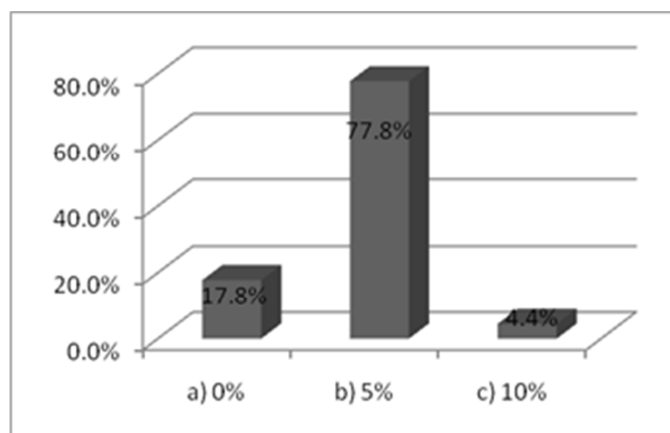
*Pregunta 9. ¿Estaría dispuesto a adquirir los servicios de un laboratorio con certificación de calidad ISO-9001?*

a) Si                      b) No

Para esta pregunta se obtuvo el mismo resultado que la anterior, ósea que más del 97% de los ejecutores de obras en la ciudad estarían dispuestos a cambiar los servicios por los del nuevo laboratorio de suelos y pavimentos.

*Pregunta 10. Con respecto a los precios del mercado, ¿qué porcentaje adicional estaría dispuesto usted a pagar por ensayos de laboratorio confiables?*

a) 0%                      b) 5%                      c) 10%



Gráfica 10. Respuesta a la Pregunta 10 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 11. De la lista anexa, identifique los numerales de los ensayos que normalmente utiliza en la obra, frente de la frecuencia de realización:*

a) Más de 30 veces al mes: \_\_\_\_\_

b) De 15 a 30 veces al mes: \_\_\_\_\_

c) De 4 a 15 veces al mes: \_\_\_\_\_

d) Entre 2 a 4 veces al mes: \_\_\_\_\_

e) Una vez al mes: \_\_\_\_\_

f) Una vez durante la obra: \_\_\_\_\_

Esta parte tiene un componente exigente en el aspecto técnico, por tal motivo a cada encuestado se le facilitó un anexo de la encuesta con un listado de ensayos que normalmente son utilizados en la ingeniería de suelos y pavimentos, con su respectiva normatividad y una pequeña explicación de su uso. Este anexo se puede encontrar en el Anexo 3 de este documento.

FRECUENCIA DE USO	CODIGOS ANEXOS
a) Más de 30 veces al mes:	
b) De 15 a 30 veces al mes:	2, Densidad de campo
c) De 4 a 15 veces al mes:	46
d) Entre 2 a 4 veces al mes:	5, 7, 31,32, 36, 37, 38, 47, 53
e) Una vez al mes:	9, 13, 20, 21, 23, 25, 40, 55, 56, 59
f) Una vez durante la obra:	1, 3, 4, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 28, 29, 30, 48, 50, 51, 52, 54, 58

Tabla A. Resultado de la Pregunta 11 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

*Pregunta 12. ¿Qué ensayos de la lista anexa considera necesarios para su obra, pero no son ofrecidos por los laboratorios de la ciudad?*

En la encuesta se encontró que para los ingenieros directores de obra e interventores es importante tener en cuenta el ensayo 19, que corresponde al modulo resiliente de las mezclas asfálticas, el 35 que es el TSR que corresponde a la evaluación de las mezclas bajo el efecto del agua, el 39 para calcular los módulos de las capas granulares de las estructuras de pavimentos, y por último el 42 que equivale a la deformación plástica de las mezclas y evalúa fatiga.

*Pregunta 13. ¿Cómo califica usted la atención del laboratorio de su preferencia en los siguientes aspectos, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto?*

- a) *Entrega oportuna de resultados* (1) (2) (3) (4) (5)  
 b) *Credibilidad y respaldo* (1) (2) (3) (4) (5)  
 c) *Precios* (1) (2) (3) (4) (5)  
 d) *Atención al cliente* (1) (2) (3) (4) (5)  
 e) *Asistencia en obra* (1) (2) (3) (4) (5)  
 f) *Claridad de resultados* (1) (2) (3) (4) (5)

INDICADOR	1	2	3	4	5	
a) Entrega oportuna de resultados		12	31	2		>20 encuestados
b) Credibilidad y respaldo		3	29	13		Entre 15 y 20
c) Precios		15	17	11	2	Entre 10 y 15
d) Atención al cliente	4	27	12	2		Entre 5 y 10
e) Asistencia en obra	2	14	21	8		Menor a 5
f) Claridad de resultados	5	12	21	7		

Tabla B. Resultado de la Pregunta 13 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Demanda.

### Anexo 5. Resultados encuestas de oferta

*Pregunta 1. ¿Qué servicios ofrece su empresa?*

- a) Ensayos de laboratorio                      b) Interventoría  
c) Consultoría                                      d) Construcción

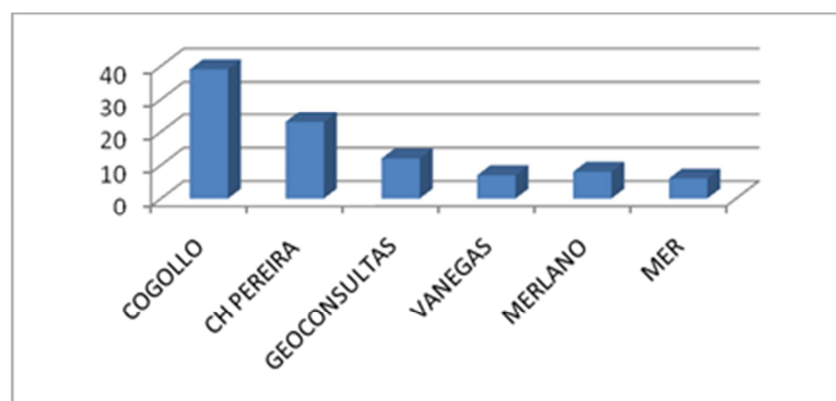
SERVICIO	COGOLLO	CH PEREIRA	GEOCONSULTAS	VANEGAS	MERLANO	MER	TOTAL
a) Ensayos de laboratorio	X	X	X	X	X	X	6
b) Interventoría		X	X	X	X	X	5
c) Consultoría	X	X	X	X	X	X	6
d) Construcción		X				X	2

Tabla A. Resultado de la Pregunta 1 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.

*Pregunta 2. En la Actualidad, ¿a qué obras ha suministrado sus servicios profesionales en cuanto a ensayos de laboratorio en el primer trimestre de 2011?*

EMPRESA	OBRAS
COGOLLO	39
CH PEREIRA	23
GEOCONSULTAS	12
VANEGAS	7
MERLANO	8
MER	6
<b>TOTAL OULE</b>	<b>95</b>

Tabla B. Resultado de la Pregunta 2 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.



Gráfica 1. Resultado de la Pregunta 2 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.



*Pregunta 3. ¿Su laboratorio cuenta actualmente con certificación de calidad ISO-9001?*

- a) Si                                      b) No                                      c) Está en proceso de certificación  
d) No le interesa certificarse en el momento

CUENTA CON ISO9001	COGOLLO	CH PEREIRA	GEOCONSULTAS	VANEGAS	MERLANO	MER	TOTAL
a) Si		X					1
b) No			X	X	X		3
c) Está en proceso de certificación						X	1
d) No le interesa certificarse en el momento	X						1

Tabla C. Resultado de la Pregunta 3 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.

*Pregunta 4. En promedio, ¿a qué cantidad de obras le prestó sus servicios los últimos cuatro años (2007, 2008, 2009,2010)?*

EMPRESA	OBRAS ANUALES			
	2007	2008	2009	2010
COGOLLO	74	95	49	72
CH PEREIRA	57	67	40	52
GEOCONSULTAS	21	28	18	27
VANEGAS	24	31	21	28
MERLANO	22	28	17	25
MER	17	23	10	20
<b>TOTAL OULEA</b>	<b>215</b>	<b>272</b>	<b>155</b>	<b>224</b>

Tabla D. Resultado de la Pregunta 4 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.

*Pregunta 6. ¿Está pensando usted en adquirir nuevos equipos con el fin de prestar otro tipo de servicios? Si su respuesta es afirmativa diga cuales.*

- a) Si                                      b) No

EMPRESA	SI	NO	EQUIPOS NUEVOS
COGOLLO		X	
CH PEREIRA		X	
GEOCONSULTAS	X		Angularidad de finos, Aparato 10% finos
VANEGAS		X	
MERLANO	X		Maquina de compresion digital, TRL para IRI de campo
MER		X	
<b>TOTAL RESPUESTAS</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	

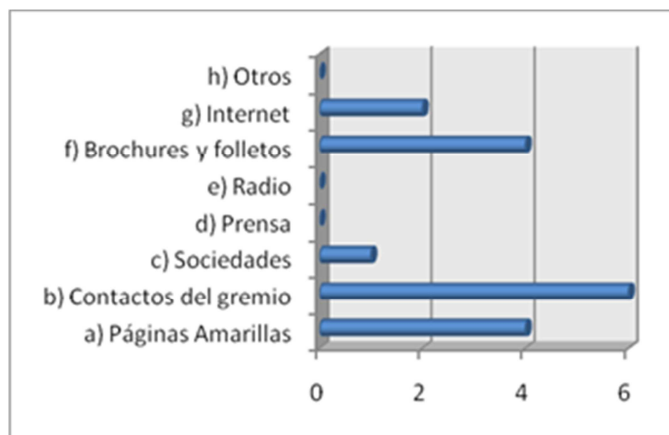
Tabla E. Resultado de la Pregunta 6 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.

*Pregunta 7. ¿Cuál es la forma de comercialización y promoción de sus servicios?*

- a) Páginas Amarillas      b) Contactos del gremio      c) Sociedades  
 d) Prensa                      e) Radio                      f) Brochures y folletos  
 g) Internet                      g) Otros, ¿cuál? \_\_\_\_\_

METODO DE COMERCIALIZACION	COGOLLO	CH PEREIRA	GEOCONSULTAS	VANEGAS	MERLANO	MER	TOTAL
a) Páginas Amarillas		X	X	X		X	4
b) Contactos del gremio	X	X	X	X	X	X	6
c) Sociedades	X						1
d) Prensa							0
e) Radio							0
f) Brochures y folletos		X	X		X	X	4
g) Internet		X				X	2
h) Otros							0

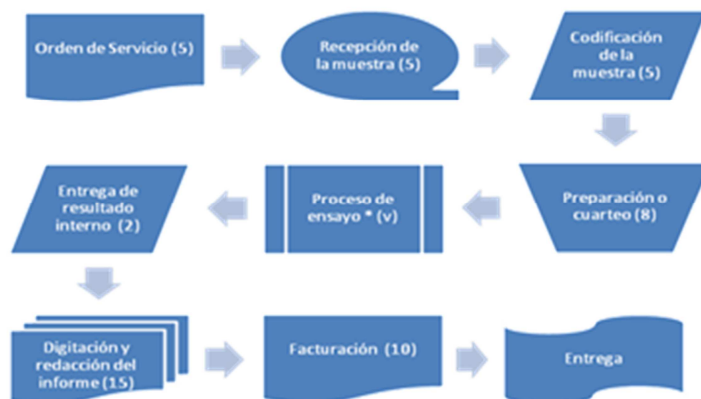
Tabla F. Resultado de la Pregunta 7 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.



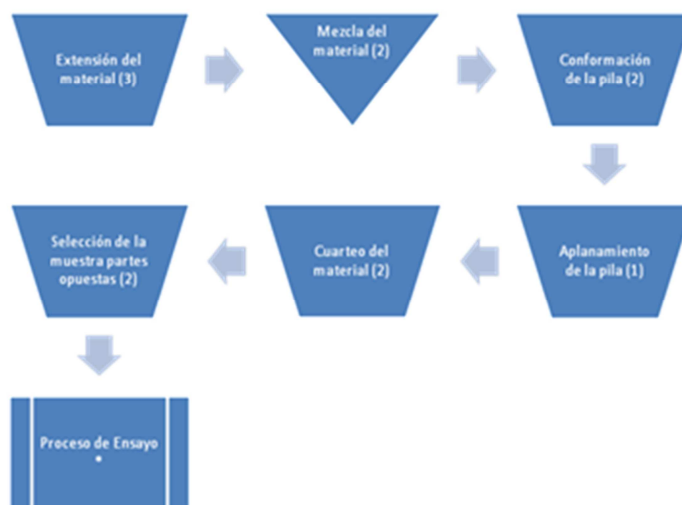
Gráfica 2. Resultado de la Pregunta 7 de la encuesta aplicada para el Análisis de la Oferta.

## Anexo 6. Diagramas de flujo de subprocesos del proceso general

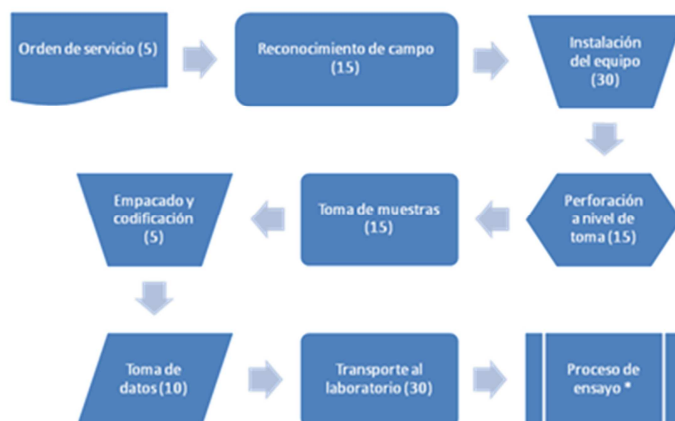
### Proceso General de Servicios



### 0. Preparación o cuarteo



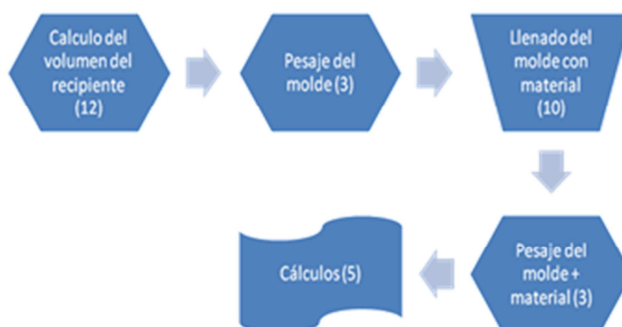
## 1. Estudio de suelos



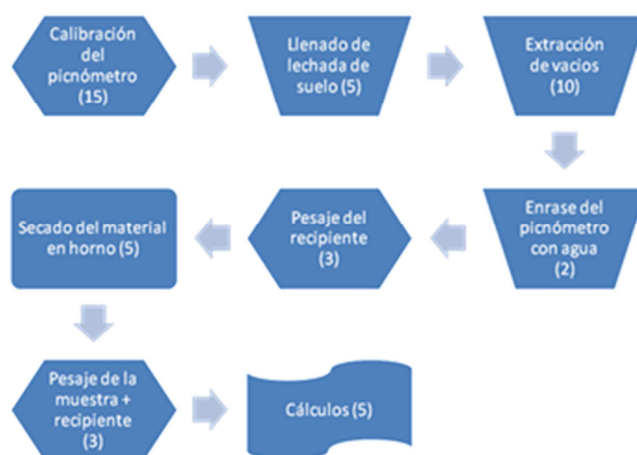
## 2. Humedad natural \*



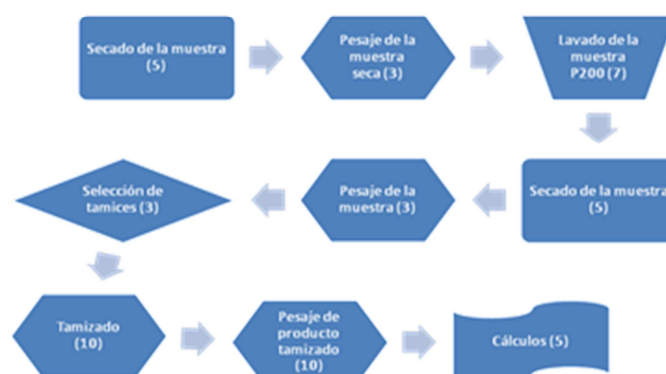
## 3. Peso unitario\*



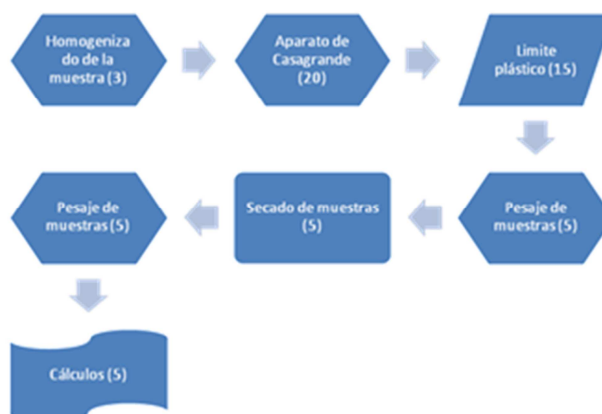
#### 4. Gravedad específica \*



#### 5. Granulometría con lavado \*



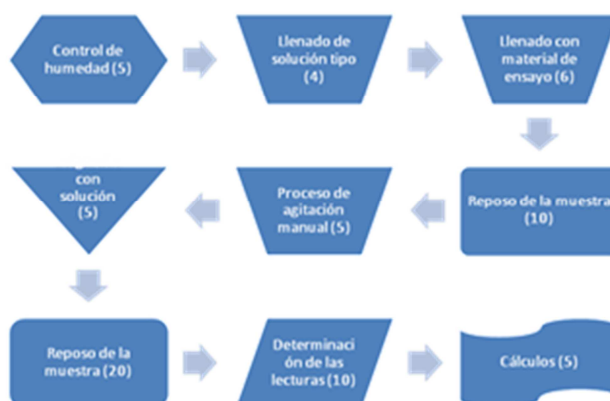
#### 6. Límites de Atterberg\*



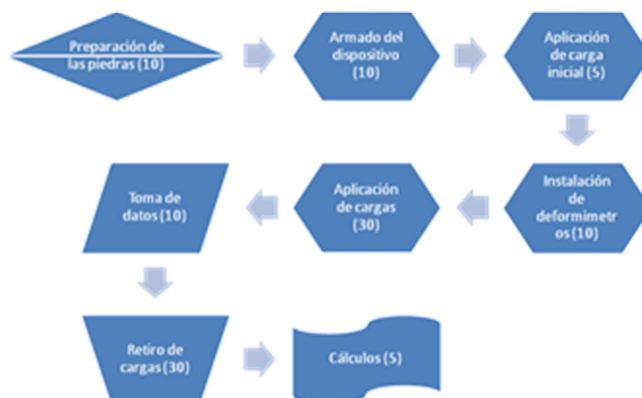
## 7. Limite de Contracción\*



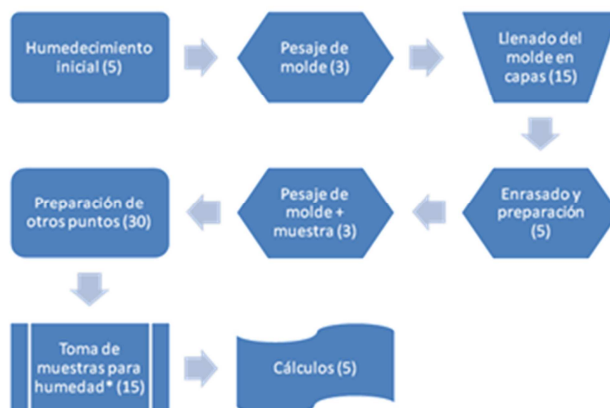
## 8. Equivalente de arena\*



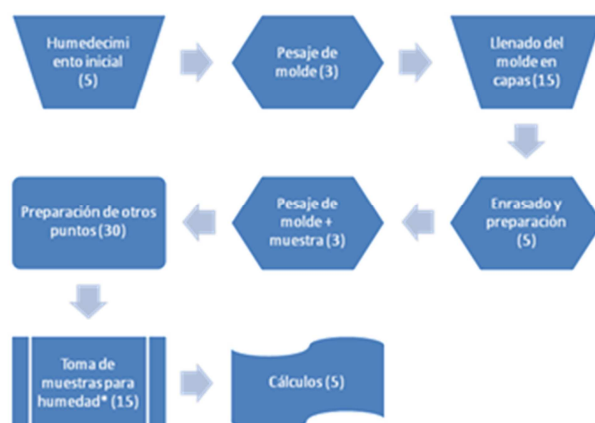
## 9. Consolidación y expansión\*



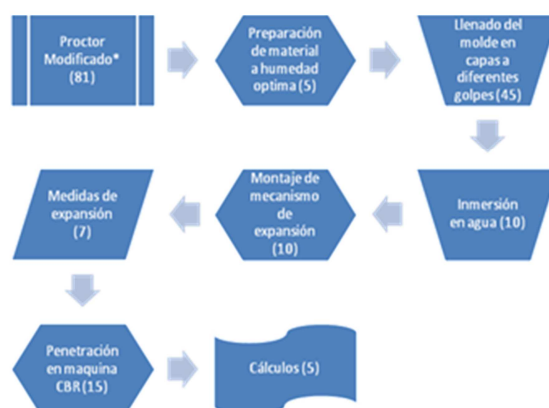
## 10. Compactación Proctor Estándar\*



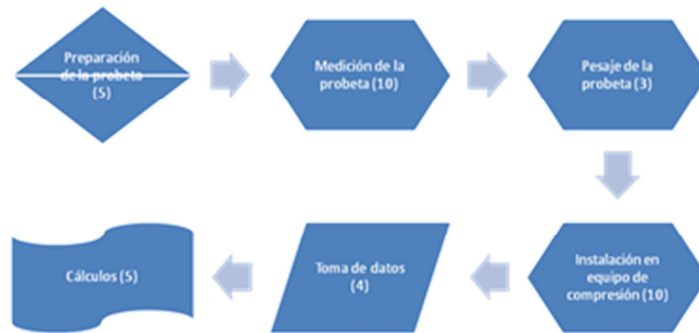
## 11. Compactación Proctor Modificado\*



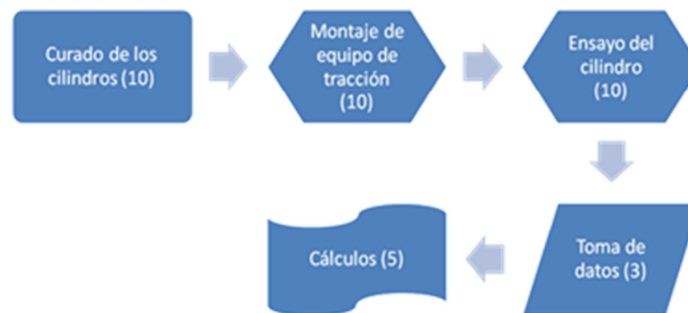
## 12. CBR de laboratorio\*



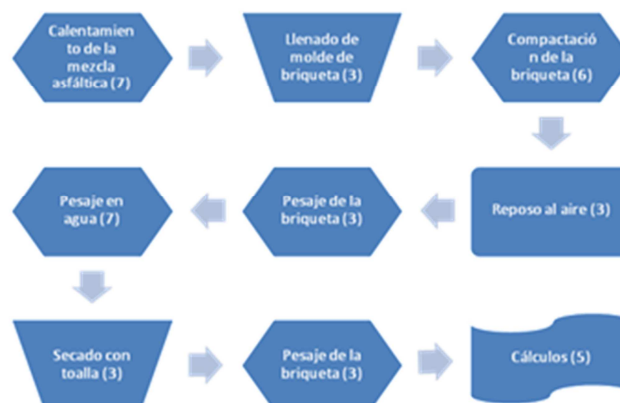
## 14. Resistencia a la compresión inconfiada\*



## 15. Tracción indirecta de cilindros de concreto\*



## 16. Pesos específicos de mezclas asfálticas\*





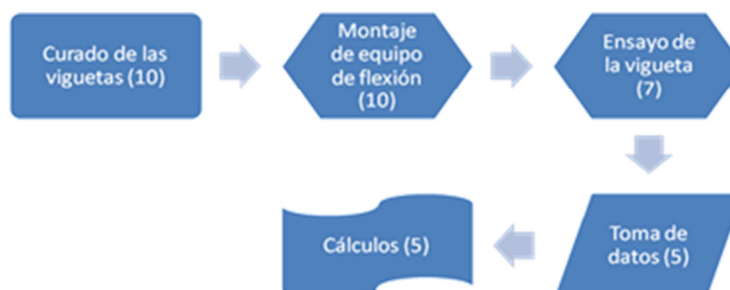
## 17. Extracción de asfalto\*



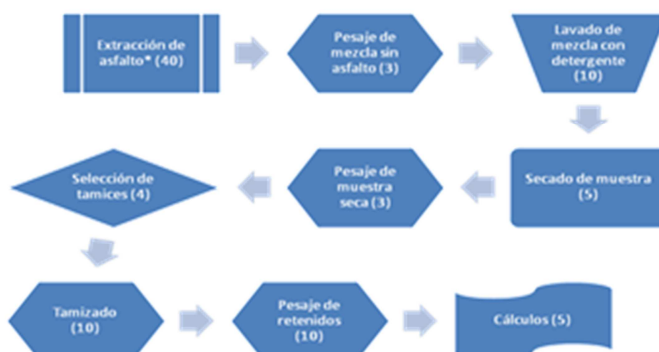
## 18. Resistencia de mezclas bituminosas\*



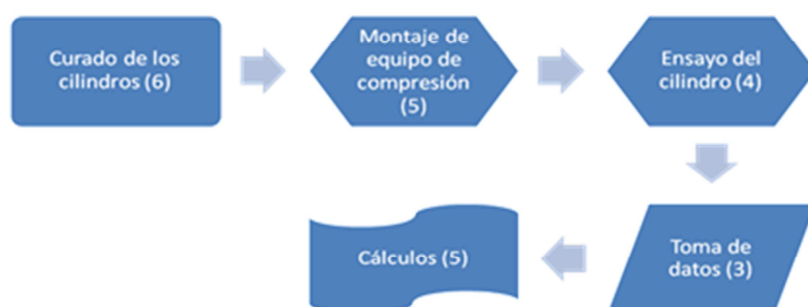
## 19. Resistencia a flexión de viguetas de concreto\*



## 20. Granulometría a mezcla de extracción asfáltica\*



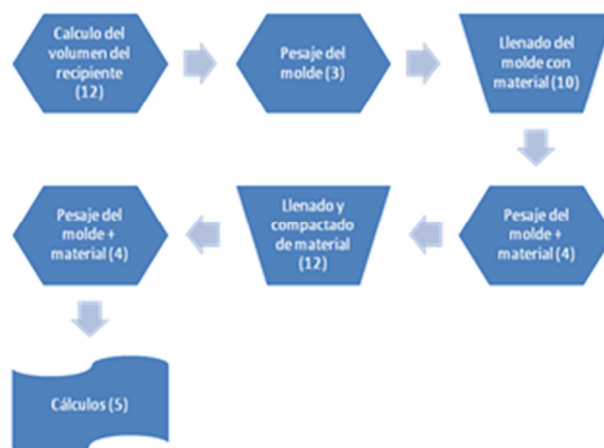
## 21. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto\*



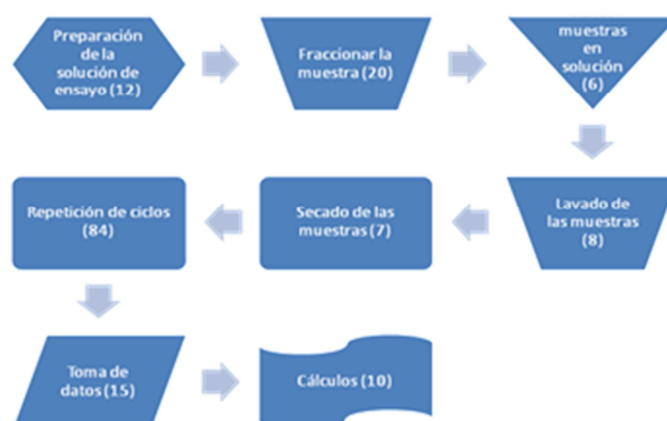
## 22. Granulometría de agregados\*



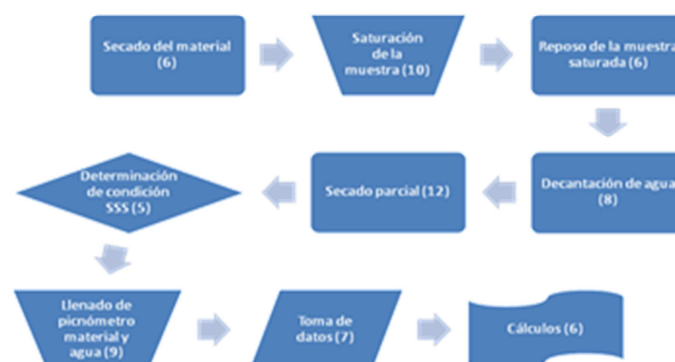
## 23. Masa unitaria de agregados\*



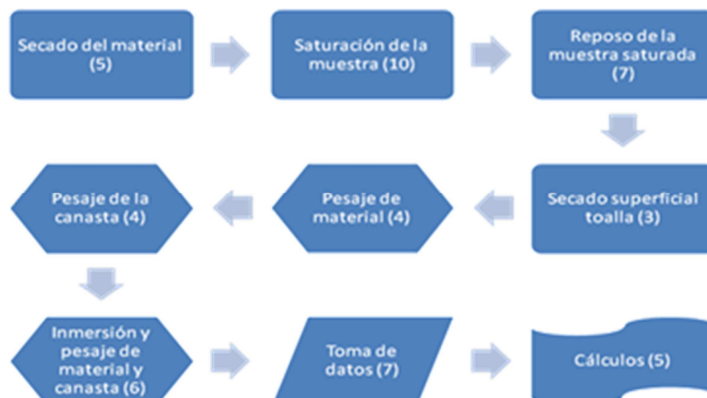
## 24. Resistencia de agregados al ataque de sulfatos\*



## 25. Peso específico y absorción fino\*



## 26. Peso específico y absorción grueso\*



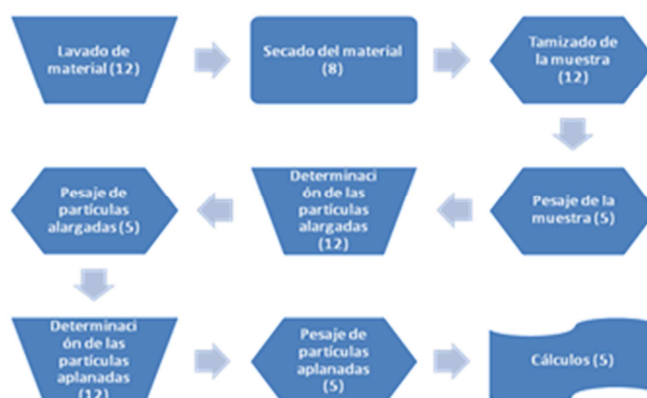
## 27. Porcentaje de caras fracturadas\*



## 28. Desgaste en maquina de los ángeles\*



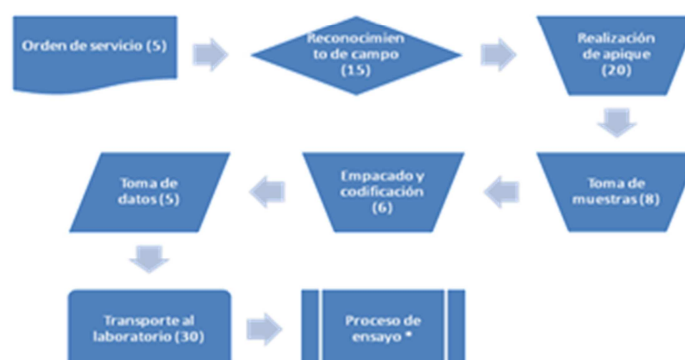
## 29. Índice de alargamiento y aplanamiento\*



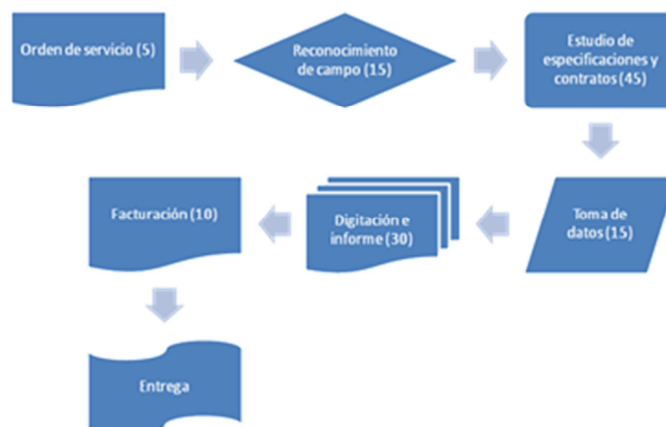
## 31. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto\*



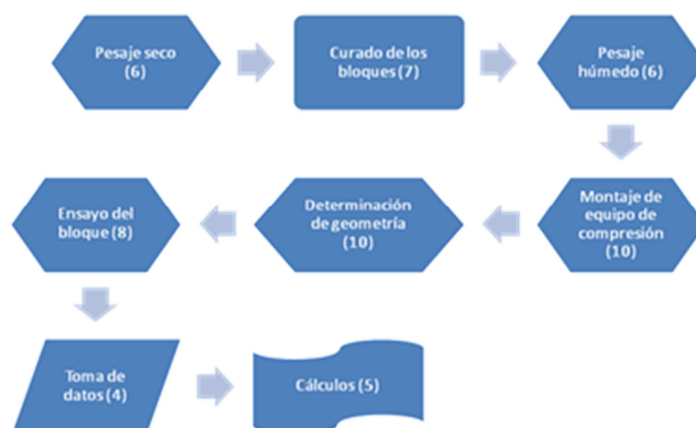
## 32. Apiques



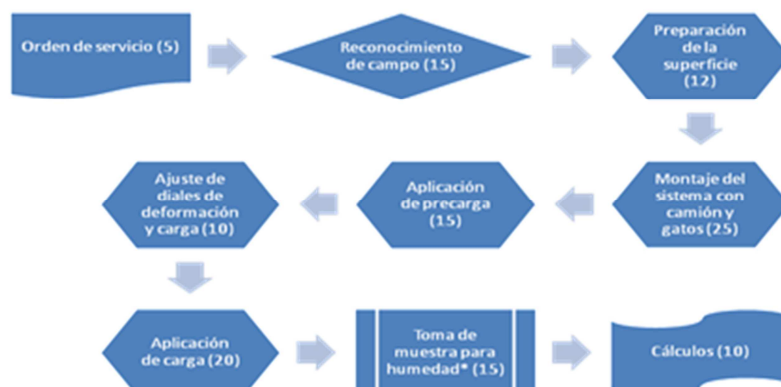
### 33. Supervisión técnica



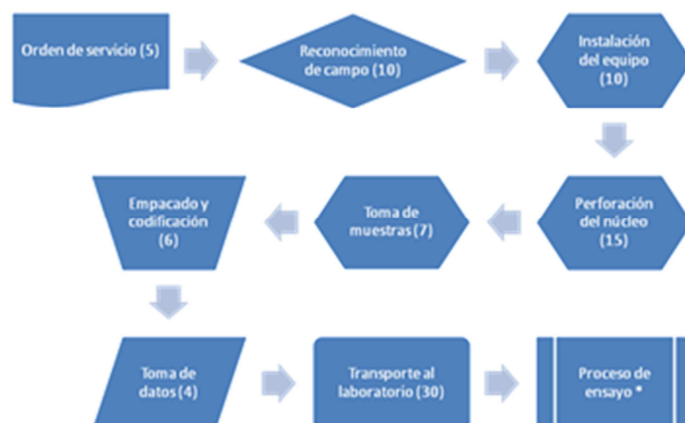
### 35. Resistencia a la compresión de bloques prefabricados\*



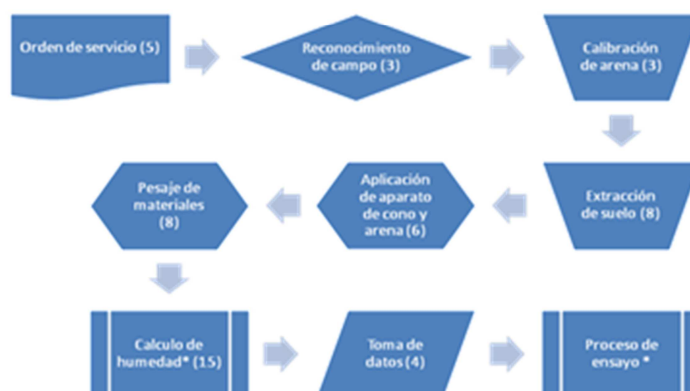
### 36. CBR de campo



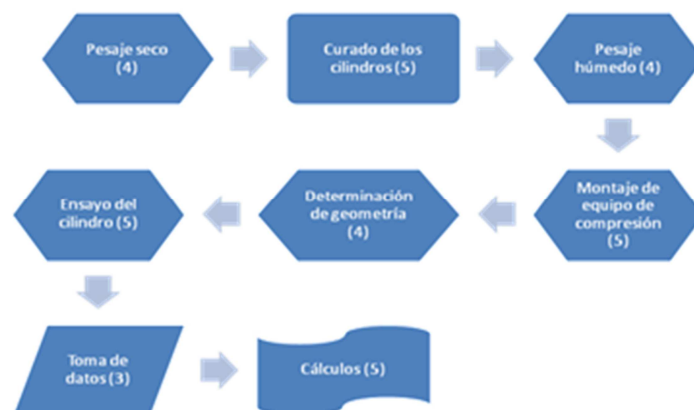
### 39. Extracción de núcleos



### 40. Densidad de campo cono y arena



### 42. Resistencia a la compresión de cilindros de suelo cemento\*



### Anexo 7. Equipos seleccionados para dotación de INGELAB

*Trípode de perforación completo (PS-78):* Para este equipo se selecciona la opción de PINZUAR, debido a su economía, y a que se ajusta a la capacidad de venta del laboratorio que solo se planteó en 59 metros al año. Este equipo es un trípode de perforación con motor de 8 HP marca Brigde Straton, construido en tubería de 2 ½" Ø agua negra tipo liviano. La altura (6m) está dividido en 2 tramos o secciones de 3m cada una independientes, trae un acople central que sujeta la polea y a su vez con pasadores sostiene las patas. Cada mitad de 3m es ensamblada con un pasador o acople que tiene el diámetro interior del tubo. Las patas traen puntas para hincarse en terrenos blandos y agujeros para anclar con pernos en superficies duras. El motor, reductor y winche van colocados sobre una base que se ancla a una de las patas del trípode, cuando se va a trabajar. Necesita un volumen de espacio para almacenamiento de 3m x 2m x 1m, (siempre será largo x ancho x alto).



*Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2" (SP0018-2):* Se escogen los tubos de DIRIMPEX por economía y funcionalidad. Tubo toma muestras de pared delgada tipo Shelby, de 2" x 18". Espacio de 0,5m x 0,1m x 0,1m.



*Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 2 1/2" (SP0018-2.5):* Se escogen los tubos de DIRIMPEX por economía y funcionalidad. Tubo toma muestras de pared delgada tipo Shelby, de 2,5" x 18". Espacio de 0,1m x 0,5m x 0,1m.



*Toma muestras de suelos SHELBY con adaptador 3" (SP0018-3):* Se escogen los tubos de DIRIMPEX por economía y funcionalidad. Tubo toma muestras de pared delgada tipo Shelby, de 3" x 18". Espacio de 0,1m x 0,5m x 0,1m.

*Tubería de perforación y uniones 20ml (PS68):* Se escoge esta referencia ya que HUMBOLDT la incluye en el equipo de perforación, pero es demasiado costosa, y al sumar el equipo PINZUAR y la tubería esta a un precio razonable. Tubería calibre 160 Diam. Exterior 46mm; Diam interior 28mm; pared 9mm; acero al carbón. Con rosca AW. Espacio total 0,5m x 3m x 0,5m.



*Horno de 0° a 300°C (H30128):* Seleccionado debido a su precio y la garantía de HUMBOLDT, teniendo en cuenta que este es el equipo que más veces se va a utilizar en el laboratorio. Horno de laboratorio, 3.0ft<sup>3</sup> (85L) de capacidad. Calidad de los hornos de convección presentan una construcción de doble pared y fuertes exteriores de acero soldado. Elementos de baja densidad de vatios. Incluye Thermocontrol automático, indicador de luz piloto de calor, el termómetro de mercurio (0° - 300°C), dos estantes regulables y 6 de 3 hilos con enchufe. También tiene patas de goma a prueba de arañazos, puerta de larga duración con bisagras. Características del controlador de temperatura hidráulica, la sensibilidad de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . 115V, 60Hz, 1600 watts min. Peso de envío. 94lbs (43kg), las dimensiones interiores (LxAxP): 18" x 21" x 14" (457mm x 534mm x 356mm), general de 20" x 30 "x 16" (508mm x 762mm x 406mm) e incluye dos parrillas para operación a 110V/60Hz. Espacio de 0,6m x 0,5m x 0,8m.



*Balanza digital de 2kg x 0,1g (HB-4820):* Esta balanza es especial y solo la cotizó DIRIMPEX. El Xtreme Valor cuenta con una cubierta llena de acero inoxidable con resistencia química y agregó una bandeja extraíble inoxidable de pesaje. Se ha avanzado de protección contra sobrecarga nominal de 10 veces la capacidad de la balanza, lo que es ideal para entornos difíciles. Batería de larga duración de hasta 100 horas se provee de cuatro baterías tipo C. Estas escalas también cuentan con burbujas de nivel frontal y una pantalla retroiluminada de gran tamaño. Unidades: lb, oz, kg, g; alimentación: AC; baterías C; Tamaño Pan: 5.75" x 6.22" (146mm x 158mm); Peso del buque: 9lb (4.1kg), 2000g Xtreme Ohaus Valor balanza de precisión, 115V 60Hz-HB-4820 Sensibilidad: 0,1g. Espacio de 0,2m x 0,2m x 0,2m.



*Balanza de 4kg x 0,1g (SP4001):* Se escoge esta referencia por ser más económica, aunque son la misma balanza, con un menor precio. BALANZA ELECTRONICA DIGITAL CAP. 4000 g, Capacidad máxima: 4000g; Sensibilidad: 0,1g; Repetitividad: 0,1g; Linealidad:  $\pm 0,1g$ ; Unidad de pesaje: g, kg, oz, lb, t, dwt; Tiempo de estabilización: 3seg; Alimentación electrónica: adaptador AC, (suministrado) ó 4 baterías "AA" (no incluida); Rango de temp. de operación: 10° a 40°C; Peso neto: 0,8Kg; OHAUS MODELO SP4001; Con opción de RS232 o conectividad USB, operado con baterías tiene opción de auto apagado y gancho debajo de pesaje. Ocupa un espacio de 0,3m x 0,3m x 0,2m.



*Recipientes pequeños de humedad (LT-20):* Recipientes para muestras con tapa, de 2oz de capacidad. 2" de diámetro por 1-1/4" de altura, fabricadas en aluminio. Seleccionado por precio. Espacio de 0,2m x 0,3m x 0,2m.



*Moldes Proctor estándar (CN-405):* Seleccionados por precio. 4" de diámetro x 4.584" de alto con 2" de cuello desmontable. Volumen del molde de  $1/30ft^3$ , tubería de acero

laminado en frío, revestidos de resistencia a la roya. Incluye la placa base desmontable, espárragos y tuercas de mariposa. ASTM D558, D698, D1557 AASHTO T99, T134, T180. Peso 16lb (7.3kg). Espacio 0,2m x 0,2m x 0,3m.



*Martillo estándar (CN-415):* Escogido debido a la selección de los moldes y para mantener la misma marca, aunque es un poco más costoso. Manual de humedad/densidad. Martillo cumple la norma ASTM y especificaciones AASHTO. Incorpora 5,5lb (2.54kg) de peso y una caída de 12" (305mm) con un 2" (50.8mm) se enfrentan. Guía de manga tiene cuatro orificios de ventilación en cada extremo de la manga para descargar la presión del aire acumulado. A máquina de acero, revestidos de resistencia a la roya. Característica pelota de goma resistente asa. ASTM D558, D698, AASHTO T99. Peso total 12lb (5,4kg), espacio de 0,1m x 0,1m x 0,5m.

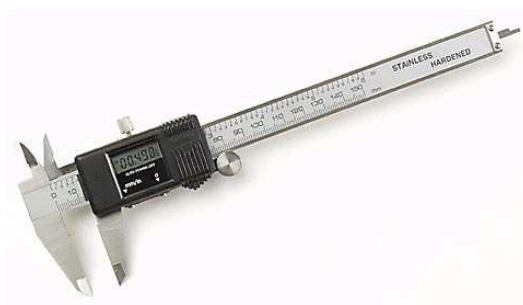


*Balanza de 10kg x 0,1g (HB4538AWB):* Solo la distribuye HUMBOLDT. PGL saldos combinar la sólida construcción y las características fundamentales de la carga superior de alta precisión con la versatilidad de una balanza portátil. Un completo soporte de fundición de metal morir, panel frontal sellado, y legibilidad de 1mg, 10mg y 0,1g hacen el ideal de PGL para aplicaciones que exigen tanto la alta precisión y robustez. Una batería integrada

recargable y adaptador de CA/cargador le permiten tomar el saldo de su PGL en cualquier lugar, incluso fuera del campo. Y la única protección contra la sobrecarga ShockProtect™ mantiene el mecanismo de pesaje a salvo de sobrecargas. Densidad mediciones determinación. Unidades de pesaje: g, kg, en quilates, el grano, newton, lb, oz; puerto RS232 para facilitar la comunicación con el ordenador o la impresora, pantalla LCD retroiluminada con capacidad de seguimiento. Plataforma de acero inoxidable. De alimentación de CA o el funcionamiento de la batería recargable. Tamaño Pan: 15.7" x 11.8" (400mm x 300mm). Peso total 20lb (9,1kg). Espacio 0,5m x 0,5m x 0,2m.



*Calibrador pie de rey electrónico (PG2081):* Se escoge por su precio y por no ser tan representativo. CALIBRADOR PIE DE REY DIGITAL ELECTRONICO 8" Rango 200mm x 8", graduación 0,01mm/0,00005". Marca Stainless Hardened. Espacio 0,25m x 0,05m x 0,05m.



*Picnómetro de 250ml (61319525):* Balón volumétrico de vidrio de 250ml de capacidad, con tapón esmerilado. Clase A. Escogido por precio. Espacio 0,1m x 0,1m x 0,2m.



*Bomba de vacío 100mm Hg (28-WF2001/Z):* Escogida por precio y calidad. Bomba de vacío "Controls" de 67lt/min de desplazamiento y 0.05mbar de vacío último, para operación a 110V/60Hz. Espacio 0,5m x 0,3m x 0,3m.



*Mechero Bunsen (PG74):* Escogido por precio. Regulador de gas en aluminio de alta resistencia. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,3m.



*Pipeta 20ml (63336170):* Escogida por precio. Pipeta graduada de vidrio de 25ml x 0.1ml.



*Termómetro de 0,1°C de precisión (MA-118):* Termómetro digital portátil "Gilson", con bulbo de 6.5" de longitud con punta para penetración, graduado de -50 a 260 x 0.1 grados centígrados, para operación mediante baterías estándar.



*Juego de Tamices de p200 a 3" con fondo (8S0005):* Escogidos por calidad y tradición. Serie de tamices certificados "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. Espacio de 0,4m x 0,4m x 0,4m.



*Tamiz 200 para lavado de muestras (PS-43):* Escogido por precio. TAMIZ PARA LAVADO DE 8" DIÁM Malla No.200, en marco de acero inoxidable. Fabricado según la norma ASTM E-11. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,1m.



*Equipo de Casagrande completo para límite líquido (PS11):* CAZUELA CASAGRANDE MANUAL equipado con un cuenta golpes, cuchara en bronce, base con la resiliencia según norma, mecanismo de leva, manivela y montaje con pasador en bronce. Marca Pinzuar, utilizada para determinar el límite líquido y plástico de los suelos. Fabricado según norma NTC 4630, ASTM D-4318. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,15m.



*Ranurador Casagrande (PS-90):* RANURADOR METALICO Tipo ½ luna para cazuela Casagrande.

*Balanza de 400g x 0,01g (SP402):* BALANZA ELECTRONICA DIGITAL CAP. 400g. Capacidad máxima 400g. Sensibilidad 0,01g. Repetitividad (Des. Est.) 0,1g. Linealidad  $\pm 0,01$ g. Unidad de pesaje g, kg, oz, lb, t, dwt. Tiempo de estabilización 3seg. Alimentación electrónica adaptador AC (suministrado) ó 4 baterías "AA" (no incluida). Rango de temperatura de operación 10° a 40°C, peso neto 0,7Kg. OHAUS MODELO SP402 con opción de RS232 o conectividad USB, operado con baterías. Tiene opción de auto apagado. Con gancho integrado para pesaje por debajo de la balanza. Espacio 0,15m x 0,15m x 0,1m.



*Equipo para límite plástico completo (CL-251):* Por precio. Conjunto completo para determinar el límite plástico de los suelos, compuesto por: Placa de vidrio de 300mm x 300mm x 10mm, platillo de porcelana, espátula flexible, probeta de 50ml y una docena de recipientes para muestras con tapa. Espacio total de 0,4m x 0,3m x 0,2m.





*Equipo de contracción (PS-38):* Por precio. Consiste en una selección de los elementos necesarios para llevar a cabo ensayos del límite de contracción de acuerdo con las especificaciones de ensayo. Probeta de 25ml, frasco con 500g de mercurio, placa de contracción de púas, recipiente para cristalización, plato de contracción de monel, platillo evaporador de porcelana.



*Probeta 100ml (PG-21):* Recipiente en vidrio de 100ml.



*Equipo de equivalente de arena (PS-7):* Por precio. Incluye: tres probetas cilíndricas en plástico transparente, diámetro interior 31,75mm x 431,8mm de altura, graduado de 2,54 a 381mm con divisiones de milímetro, tubo irrigador, recipiente para medición, manguera, varilla lastrada, medidor, embudo, frasco de 500ml de solución stock y caja en madera para su transporte. Se utiliza para determinar la proporción de las partículas finas en suelos granulares. Según norma INVE-133-07, ASTM D-2419. Espacio 0,4m x 0,4m x 0,2m.



*Equipo para consolidación y expansión (PS-30-1):* Montada sobre un bastidor al piso, cámara de consolidación de 50mm de diámetro, brazo de carga porta pesas; con relaciones de palanca 9:1, 10:1, 11:1; juego de pesas de 32kg. (Conformada por 4 de 1kg, 3 de 4kg, 1 de 16kg). Capacidad 1 cámara. Dimensiones: 50 x 85 x 160 cm<sup>3</sup>. Peso 63kg



*Gato de 20t:* Seleccionado en un almacén de cadena en Cartagena (Home Center). Dimensiones 0,15m x 0,3m x 0,3m.



*Dial de deformación de 0,0001" (CO782):* Dial de diezmilésima de pulgada 0.0001" rango de 1 in J62A Rango 0-0.20", precisión 0.0001".



*Balanza tol de 5g (20kg) Electrónica (B20T):* BALANZA ELECTRONICA DIGITAL CAP. 20kg B20T31P Compuesta por una sola unidad, capacidad 20kg, sensibilidad 1g, operación 110/220 VAC. Fabricado con la norma NTC 2031. Espacio 0,4m x 0,4m x 0,2m.



*Moldes proctor modificado (CN404):* Por precio. Molde metálico para compactación Proctor Modificado, de  $1/13.33\text{ft}^3$ , según la norma ASTM D698. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,3m.



*Martillo modificado (CN416):* Escogido para mantener la misma marca y ajustarse a los moldes. Martillo para compactación Proctor Modificado de 10lbs de peso y 18" de caída, según la norma ASTM D698. Espacio 0,1m x 0,1m x 0,5m.



*Prensa de compresión CBR, Marshall, Inconfinada (PS-27):* Economía, repuestos y calibración en Colombia. PRENSA MULTIUSOS CON INDICACIÓN DIGITAL DE FUERZA Y DESPLAZAMIENTO: Con memoria de picos, rango de medición hasta 50kN/50mm, precisión 10N/0,1mm, velocidades preajustadas para ensayos de CBR, Marshall, compresión inconfinada y compresión triaxial en probetas de 1.4" y 2.8". Fabricado según norma NTC 1527. Incluye pistones para ensayos CBR, Marshall e

inconfiada. Dimensiones generales 500mmx1100mmx1583mm. Operación a 110/220 VAC/1000 W.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Generales)		
Rango de fuerza:	Rango bajo: 0 – 5 kN: compresión Rango alto: 0 – 50 kN compresión	
Clase de exactitud:	0,5 % desde el 5 % para cada rango	
Rango de desplazamiento (penetración, elongación):	50 mm	
Exactitud de la medición de desplazamiento:	0.05 % +/- 0,05 mm	
Velocidad de desplazamiento:	Preestablecidas según ensayo.	
	<b>ENSAYOS</b>	<b>mm / min</b>
	<b>MARSHALL</b>	50,8
	<b>CBR</b>	1,27
	<b>INCONFINADA 2,8"</b>	1,4224
	<b>TRIAXIAL 1,4"</b>	1,397
	<b>TRIAXIAL 2,8"</b>	2,794
	<b>ln / min</b>	<b>2"</b>
		0,05"
		0,0056"
		0,055"
		0,11"
Celdas de carga:	2 celdas de tipo "S", tensión / compresión Rango bajo : 0 – 5 kN      Rango alto : 0 – 50 kN	
Operación:	220 VAC trifásica / monofásica 1 200 W , Polo a tierra obligatorio Opcional a 115 VAC	
Dimensiones:	Totales 810 x 510 x 1 600 mm <sup>3</sup> Útiles 30 x 40 x 50 mm <sup>3</sup>	
Peso :	135 kg	
<b>ACCESORIOS (no incluidos)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pedestal de compactación</li> <li>- Moldes marshall. Compuestos por base, molde y collarín    Martillo Marshall</li> <li>- Baño de maría para ensayo marshall con capacidad para 12 muestras.</li> <li>- Compactador automático</li> <li>- Software especializado</li> </ul>		

*Discos espaciadores CBR (CN-395):* Por economía. Disco espaciador (falso fondo) para CBR de 2.416" (61,36mm) de altura, fabricado en aluminio. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,1m.



*Sobrecargas metálicas CBR (CN557):* Por continuidad. Sobre-peso anular para CBR de 5lb y 5-7/8" de diámetro. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,05m.



*Trípode para expansión CBR (PS1):* Por economía. TRÍPODE DE EXPANSIÓN PARA CBR Fabricado en fundición aluminio, punto de extensión 50.8mm. Según norma NTC 2122, ASTM D 1883. Espacio 0,2m x 0,2m x 0,2m.



*Pistón de penetración CBR y extensiones (PS120):* Para ensayos de campo o necesidad de extensión.



*Dial de deformación de 0,001" (H4158.1):* Indicador del dial con distancia 1.000", divisiones 0,0010", diámetro "2-1/4, sin freno, la rotación en sentido horario es de alta calidad, el tipo de baja fricción, diseñado para una larga vida útil y precisa las lecturas repetibles. Baja presión de contacto y sensibilidad.



*Maquina compresión de cilindros y vigas concreto (PC42-105):* Por economía y por repuestos, y que la cantidad a ensayar no amerita la adquisición de un equipo mas complejo. Capacidad 1.200kN (250.000lbf), según Normas ASTM. Marca Pinzuar Compuesto por consola de mando con indicación, control y prensa hidráulica de alta estabilidad. De las siguientes características: Pantalla de Indicación digital, cadenciómetro luminoso para indicación de la velocidad de aplicación de carga, teclado de membrana y botón de parada de emergencia. Programable para ensayos a compresión de cilindros, cubos, briquetas de concretos, ladrillos y bloques; según normas ASTM, ISO, AASTHO y NTC. El operario selecciona el ensayo y los parámetros del ensayo y con solo presionar una tecla, el ensayo se inicia, cuando la muestra falla se detiene, se memorizan los resultados de

ensayo y la prensa vuelve a quedar lista para el siguiente ensayo. Durante el ensayo se indica la fuerza, el esfuerzo y velocidad de aplicación de carga. Memoria para 556 ensayos. Guarda: Fecha, hora, tipo de ensayo, fuerza máxima, esfuerzo y velocidad de ensayo. Fácil consulta e impresión posterior. Salida de datos vía RS232, para impresión de resultados de ensayo (Se imprimen todos los parámetros del ensayo) en impresoras, o registro continuo en Pcs. La prensa (bastidor de carga), en acero macizo, de alta estabilidad, con rejillas de protección y finales de carrera para protección, platos de carga de 250 mm de diámetro, capacidad 1.200kN; clase 1 desde el 10% al 100% de la capacidad de la máquina. Dimensiones: Prensa 420 x 420 x 1100mm<sup>3</sup>; útiles 320 x 320 x 375mm<sup>3</sup>, módulo de control 560 x 530 x 1010mm<sup>3</sup>. Operación 220-110 VAC/60Hz, peso 370kg. Unidades de medición programables: SI, Imperial y métricas



Se anexa el dispositivo para ensayos de vigas a flexión, ajustable para vigas de 6" x 6" x 21"-24". Regla guía para ajustar distancia entre rodillos. Distancia de rodillos, soportes ajustables según el ensayo a realizar.



*Molde cilindros de concreto (PC127):* Escogido por economía. MOLDE CILÍNDRICO PARA CONCRETO 6"x12". Fabricado acero 1/4" espesor. Fabricado según norma ASTM C 39, NTC 504 - NTC 673. Espacio de 0,2m x 0,2m x 0,4m.



*Varilla de compactación (PC1481):* VARILLA DE APISONAR DE 5/8" x 60 cm para asentamiento slump.

*Estufa de gas natural:* Cotizada en Home Center, se cambió la eléctrica cotizada inicialmente, con el fin de bajar el consumo, ocupa un espacio de 0,6m x 0,4m x 0,2m.



*Centrifuga para extracciones con filtros (PA79):* CENTRIFUGA DE OPERACIÓN ELÉCTRICA DE 1500 g marca Pinzuar. Control de velocidad variable, capacidad 1500g, motor de 1/8HP antiexplosión 110/220voltios, hasta 3600RPM. Incluye paquete x 50 filtros. Se utiliza para determinar el porcentaje de asfalto en las mezclas bituminosas de pavimento. Según norma ASTM D-2172. Espacio de 0,5m x 0,5m x 0,8m.



*Moldes Marshall (H-1341):* Se escogió todo el equipo HUMBOLTD por calidad y existencia. Molde de compactación de Estabilidad para la preparación de muestras de ensayo con H-1364, H1336D compactadoras mecánicas y compactadores H-1340/H-1345 mano. Consiste en la placa base, la formación de moho y el cuello. Moldes se mecanizan a partir de tubos sin soldadura y plateado. Placa base y cuello son intercambiables con cualquiera de los extremos del molde. Molde de formación es de 4" (102mm) de diámetro por 3" (76mm) de altura. Usar con H-1336 compactador mecánico y H-1340 compactador mano. Cumple con la norma ASTM D6926. Peso de envío 10lb (4.5kg).



*Martillo Marshall (H-1336D):* Se utiliza para compactar dinámicamente el espécimen bituminoso dentro del molde de compactación. Base de impacto: 98,42m diámetro. Peso del pisón de 4,54kg x 457,2mm de caída, maquinado en acero.

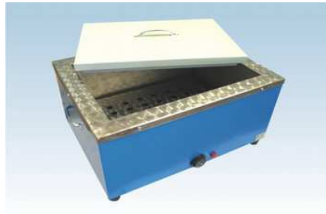


*Pedestal de compactación (H-1345):* Compactador conjunto que facilite la compactación a mano de 4" especímenes Marshall. Establecen funciones pedestal de madera de roble con un martillo varilla de soporte, que sostiene un martillo en posición perpendicular a la base durante la compactación. También cuenta con un soporte de molde, que mantiene el molde en una posición segura durante la compactación. Espacio 0,3m x 0,3m x 1,3m.





*Baño de María (PA77):* En acero inoxidable, temperatura ambiente +5 a 80°C, operación a 110/220 VAC, indicador de potencia y piloto indicador encendido, capacidad 10 muestras, falso fondo para la circulación del agua. Según norma ASTM D-1559. Espacio 0,5m x 0,4m x 0,4m.



*Dial de deformación de 0,01" (CO780):* DIAL DE CENTESIMA DE PULGADA (0.01mm RANGO de 25mm) J08A, rango 0- 25mm, precisión 0,01".



*Termómetro de 5°C de precisión a 300°C (CO1611):* Termómetro para asfalto de 0°C a 300°C, carátula 3", bulbo de 9", marca Instruyen, precisión de 5°C.



*Molde vigas de concreto (PC1181):* Molde para vigueta de 6" x 6" x 21" metálico fabricada en lámina de 5/16", liviana y con compuerta. Dimensiones 6" x 6" x 21". Fabricado según la norma ASTM C-78, ASTM C-293. Espacio de 0,2m x 0,5m x 0,2m.



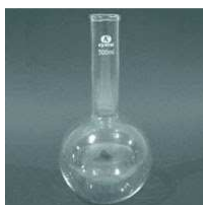
*Equipo de asentamiento concreto (PC1101-1481):* Cono de asentamiento Slump metálico en lámina calibre 16 galvanizada, diámetro de la base mayor 203mm, diámetro de la base menor 102mm y altura 305mm. Fabricado con la norma NTC 396, ASTM C 143 - 192. Espacio 0,3m x 0,3m x 0,4m.



*Termómetro de 2°C de vidrio (PG922):* TERMÓMETRO DE VIDRIO DE -10°C a 110°C Marca Silver Brand. División de escala de 2°C.



*Picnómetro de 500ml (130.234.08):* Balón volumétrico de vidrio de 500ml de capacidad, con tapón esmerilado clase A. espacio 0,15m x 0,15m x 0,2m.



*Equipo de gravedad y absorción agregados finos (PS8):* Escogido por economía. NORMA. ASTM C-128. Se utilizan para verificar la humedad superficial de la arena mediante la cohesión de partículas. Molde en bronce. Dimensiones: Diámetro superior 40mm, diámetro base 90mm, altura 75mm. Pisón con diámetro de 25,4mm, largo 168mm. Peso 340g.



*Canastilla metálica gravedad gruesos (PS12):* Se utiliza como recipiente para los áridos que se pesan en agua. Diámetro 8". Malla en Acero No.6. Espacio 0,3m x 0,3m x 0,4m.



*Maquina de los Ángeles (PC117):* Escogida por economía y teniendo en cuenta la repetitividad. La máquina de los ángeles ha sido desarrollada teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de las normas ASTM, INVIAS Y NTC, con el objetivo de determinar la resistencia de los agregados a la abrasión. El equipo consta de un tambor montado en los extremos con ejes y rodamientos sobre una estructura metálica, la cual lo soporta para que este gire de acuerdo a lo programado con contador digital que activa y/o desactiva el motor para que el tambor dé un determinado número de vueltas según se requiera en la realización del ensayo.

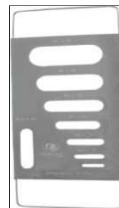
Fabricada de acuerdo a la norma: Norma ASTM C131, C535, NTC 98, I.N.V. E218. Capacidad hasta 5000g de agregado y 5000 de carga (esferas), velocidad del tambor 30-33rpm, contador digital automático programable, tapa con cierre para retención de polvo. Incluye juego de 12 esferas, cada una con peso entre 390g y 445g. Motor 1HP. Operación 110 VAC-220 VAC/60 Hz. Espacio 1,1m x 0,9m x 1,2m.



*Plantilla alargamiento (PC130):* Utilizado para clasificar la elongación del agregado midiendo la longitud de las partículas individuales. Fabricado con una base de madera sobre la cual va una platina y siete barras metálicas perpendiculares a la base, de diferentes longitudes y separada una de otra. Según norma INV E 230. Espacio 0,05m x 0,3m x 0,1m.



*Plantilla aplanamiento (PC131):* Utilizado para determinar si las partículas del árido deben considerarse coposas. Espesor 1/16", ancho 160mm, largo 250mm. Fabricado en lámina. Recubrimiento en cromo. Marco de varilla 1/8 de Ø. Según norma INV E 230.



*Gato de tornillo de 6t:* Cotizado en ferretería Industrial, espacio de 0,3m x 0,3m x 0,6m.



*Celda de carga de 1 ton (CO718):* Para los dispositivos de CBR.

*Celda de carga de 2,5 ton (CO2608):* Para los dispositivos de CBR. Medidas de 0,5m x 0,1m x 0,2m.



*Soporte para dial (PG142):* En Aluminio 1 1/4" de diámetro x 6cm de longitud.



*Extractor de núcleos (PA69-3):* PERFORADORA SACANÚCLEOS PORTÁTIL A GASOLINA Motor marca Bridge Estraton de 4 tiempos de 5.5HP, velocidad desde 1100 a 3600RPM operación vertical, capacidad para brocas diamantada hasta 8"Ø. Se utiliza para extraer testigos en carretera o pavimentos de forma vertical. Incluye broca de 3"Ø. Fabricado con la norma INV E 108. Broca diamantada de longitud 35cm, para extracción de núcleos de asfalto. Espacio de 0,5m x 0,7m x 1,5m.



*Equipo cono y arena (PS22):* Permite la obtención de la densidad en suelos de diferente naturaleza, tanto en estado natural como en terrenos compactados, capas de base, sub-base en carreteras, autopistas y todo tipo de rellenos y tierras. Plato base en aluminio. Cono rebordeado de 6½"Ø. Frasco plástico de 1gl de capacidad. Espacio de 0,4m x 0,4m x 0,4m.



*Humedómetro (Speedy) (PS15):* Permite medir rápidamente y con precisión el contenido de humedad de cualquier material, incluyendo polvos, mezclas y pastas de suelo, arena, arcilla y otros materiales granulosos. Capacidad 26 g, precisión 0,5%, sensibilidad de la balanza 50mg, peso 13g. Caja de madera para protección y transporte. Escala del Manómetro de 0-20% de humedad. Lectura directa en porcentaje de humedad, medición fiable y precisa. Consta de balanza, botella de reacción con manómetro graduado en % humedad, 2 esferas de acero, tarro de carburo, cuchara, bayetilla y cepillo. Espacio 0,4m x 0,4m x 0,2m.



*Bandeja metálica (PG-285):* Galvanizada de 60cm x 60cm x 10cm.



### Anexo 8. Herramientas y accesorios seleccionados para dotación de INGELAB

COTIZACIÓN DE ACCESORIOS DEL LABORATORIO						
ITEM	DESCRIPCION	UND		CANTIDAD	PRECIO UND	VALOR PARCIAL
ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS						
1	Caja para transporte de muestras	und		1	\$62.000	\$62.000
2	Regla metálica en masadora	und		1	\$15.000	\$15.000
3	Pala	und		2	\$29.900	\$59.800
4	Peluzote	und		2	\$9.500	\$19.000
5	Escoba	und		1	\$6.000	\$6.000
6	Cinta Métrica	und		2	\$8.000	\$16.000
7	Peladrapa	und		1	\$59.900	\$59.900
8	Recipientes metálicos	und		20	\$6.200	\$124.000

COTIZACION DE ACCESORIOS DEL LABORATORIO						
ITEM	DESCRIPCION	UND		CANTIDAD	PRECIO UND	VALOR PARCIAL
ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS						
9	Guantes de camaza	und		5	\$6.300	\$31.500
10	Espátula	und		1	\$5.000	\$5.000
11	Cuchillo	und		1	\$4.800	\$4.800
12	Embudo	und		1	\$2.500	\$2.500
13	Brocha	und		2	\$12.900	\$25.800
14	Guantes de asbestocaucho	und		2	\$9.500	\$19.000
15	Cronometro digital	und		1	\$35.000	\$35.000
16	Mora de caucho	und		1	\$12.000	\$12.000



COTIZACION DE ACCESORIOS DEL LABORATORIO						
ITEM	DESCRIPCION	UND		CANTIDAD	PRECIO UND	VALOR PARCIAL
ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS						
17	Recipientes plasticos	und		3	\$ 5.000	\$ 15.000
18	Tiza	und		10	\$ 300	\$ 3.000
19	Pulidora	und		1	\$ 99.900	\$ 99.900
20	Cinzel	und		2	\$ 13.900	\$ 27.800
21	Martillo	und		2	\$ 25.000	\$ 50.000
22	Cuchara	und		2	\$ 2.500	\$ 5.000
23	Carretilla	und		1	\$ 99.900	\$ 99.900
24	Juego de herramientas	und		1	\$ 175.000	\$ 175.000
<b>INVERSION TOTAL EN HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS (IVA INCLUIDO)</b>						<b>\$ 984.900</b>

## Anexo 9. Plan de Manejo Ambiental



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Elaborado por:	Aprobado por:
DANNY SANTOS OVIEDO	DIEGO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ
Ingeniero Ambiental	Gerente General



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### 1. OBJETIVO GENERAL

Minimizar y/o controlar el impacto adverso que podrían causar las actividades o servicios realizados en las instalaciones del LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS "INGELAB" de manera que las consecuencias sean prevenidas, controladas, reducidas o compensadas.

### 2. ALCANCE

El Plan de Manejo Ambiental aplica para todas las actividades y servicios realizados en las instalaciones mencionadas.

### 3. DOCUMENTOS REQUERIDOS

Matriz de Identificación de Aspectos Ambientales

### 4. DEFINICIONES

*Gestión ambiental:* Todas las actividades que se realizan en la empresa para prevenir, minimizar y/o controlar la contaminación del ambiente interno y externo.

*Aspecto ambiental:* Elemento de las actividades, productos o servicios de la organización que interactúa con el ambiente.

*Impacto Ambiental:* Cualquier cambio en el ambiente ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de la organización.

*Ambiente:* Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus Interrelaciones.

*Corriente residual:* Residuo líquido, sólido, gaseoso o de otra índole, proveniente de las actividades de operación diarias de la organización

**5. NORMATIVIDAD**

TEMÁTICA	LEGISLACIÓN APLICABLE	CONTENIDO
AGUA	Decreto Ley 2811 de 1974	Parte III: Aguas no marítimas y recursos hidrobiológicos.
	Decreto 1594 de 1984	Vertimientos de residuos líquidos (MINSALUD)
	Decreto 901 de 1997	Tasas retributivas por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales a cuerpos de agua (MINAMBIENTE)
	Ley 373 de 1996	Ahorro y uso eficiente del agua
	RESOLUCION 3102 de 1997	Las licencias de construcción y urbanismo deberán considerar la utilización de equipos y sistemas con bajo consumo de agua (MINDESARROLLO)
	RESOLUCIÓN 372 DE 1998	Se fijan las tarifas mínimas para tasas retributivas por vertimientos (MINAMBIENTE)
EMISIONES ATMOSFÉRICAS	DECRETO 02 DE 1982	Normas sobre aire (MINSALUD)
	Decreto 948 de 1995	Regula el otorgamiento de permisos de emisiones atmosféricas y ruido, los instrumentos y mediciones de control y el régimen de sanciones y participación ciudadana (MINAMBIENTE).
	LEY 306 DE 1996	Protección de la capa de Ozono (CONGRESO NACIONAL)
	RESOLUCIONES 005 Y 909 DE 1996	Fuentes móviles terrestres (MINAMBIENTE-MINTRANSPORTE)
	Resolución 619 de 1997	Emisiones atmosféricas fuentes fijas (MINAMBIENTE)
	Decreto 1697 1997	Modifica parcialmente el Decreto 948/95
	DECRETO 002/1982	Contaminación del Aire
RESIDUOS	Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional: reglamentación para la generación, manejo y disposición de residuos (MINSALUD)
	Resolución 2309 de 1986	Reglamentación para la generación y disposición de residuos especiales (MINSALUD)
	RESOLUCIÓN 541 DE 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte y disposición de escombros (MINAMBIENTE)
	Decreto 605 de 1996	Residuos sólidos (MINDESARROLLO)
	Ley 430 de 1998	Normas prohibitivas para desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones a nivel ambiental (MINAMBIENTE)
	Resolución 415 de 1998	Manejo y disposición de aceites usados (MINAMBIENTE)
RUIDO	Resolución 8321 de 1983	Control de emisiones de ruido previendo afectación de la salud y bienestar de las personas (MINSALUD), modificado por la Resolución 702/90 de MINSALUD.
MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, COMBUSTIBLES Y PRODUCTOS QUÍMICOS	Ley 55 de 1993	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo", adoptados por la 77ª Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990
	Decreto 1875 de 1979	Por el cual se dictan normas para la prevención de la contaminación del medio marino y otras disposiciones

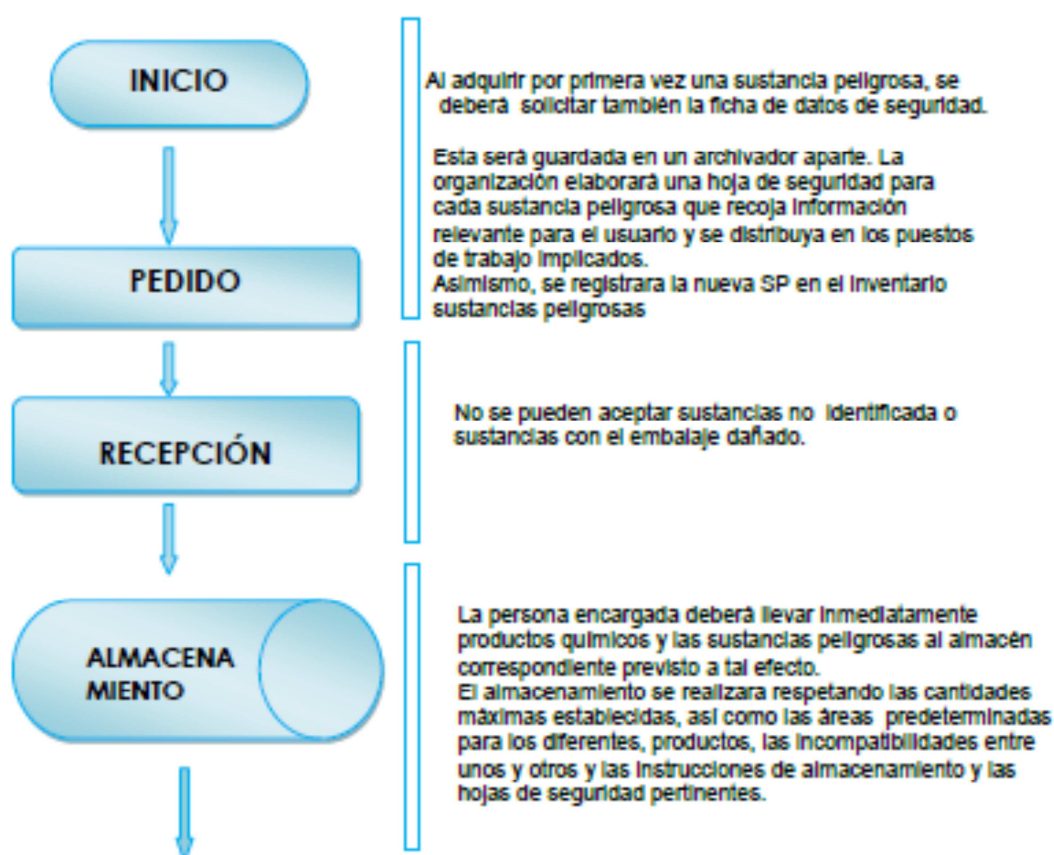
### 6. INSTRUCTIVO DE TRABAJO

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales en la matriz de valoración de impactos ambientales, se puede concluir que las acciones del proyecto que más producen impacto en el ambiente, son aquellas que generan residuos sólidos orgánicos (grasas y aceites) e inorgánicos (tierra, piedras, agregados); y las que generan sustancias peligrosas (gasolina, asfalto, glicerina)

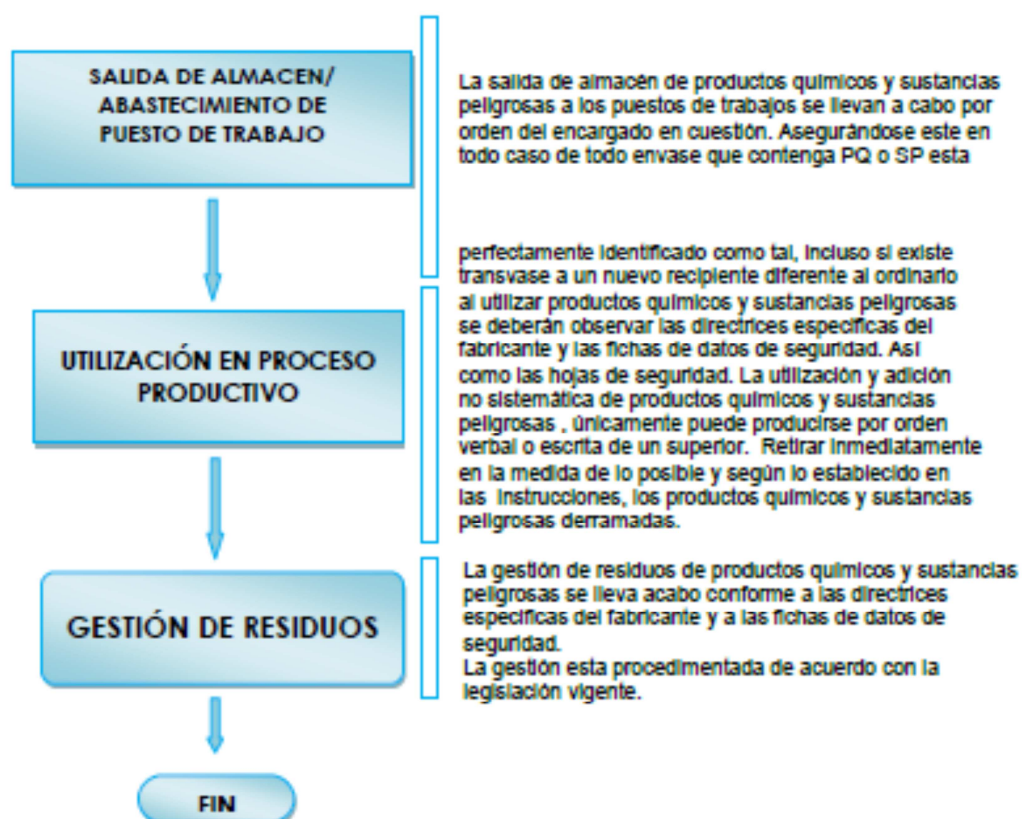
En función de lo anterior, se consideran las siguientes medidas de manejo a seguir en las operaciones:

- **MANEJO DE RESIDUOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS**
- **MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

#### 6.1 MANEJO DE RESIDUOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



### EXPLICACIÓN FORMATO DE INVENTARIO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

- Código o denominación que la organización atribuye a la sustancia peligrosa (SP) en número correlativo.
- Denominación de la sustancia se refiere al nombre comercial del producto o nombre químico del producto.
- Principales componentes se refiere a las sustancias que confieren el carácter de nocivo, peligroso, etc. al producto en cuestión.
- Estados físico: Líquido (L), Sólido(S), gas (G).
- Límites fijados por la normativa vigente sobre salud laboral.

## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

- En la columna de componentes peligrosos se debe indicar el componente al que se refieren los datos posteriores de:  
**TLV:** valor límite de umbral.  
**TWA:** media ponderada en el tiempo.  
**TLV-STEL:** límite de exposición a largo plazo.  
\*Los valores mencionados anteriormente se encuentran recogidos en las fichas de datos de seguridad de los productos facilitadas por los proveedores.
- Consumo anual: Especificar en el encabezado el año a que se refieren los datos (actualizar cuando se proceda la revisión de la tabla de inventario de sustancias peligrosas).
- Especificar la cantidad máxima de este producto que su organización almacena.
- Especificar departamento/sección donde se utiliza el producto.
- Cantidad máxima que se almacena en el departamento/sección donde se utiliza el producto.
- Indicación de peligro.

Lo aquí propuesto es una alternativa más para presentar de forma clara y sencilla información de carácter relevante tanto para la evaluación ambiental en cuanto a identificación de peligros para el ambiente y actuación en casos de vertido accidental y /o de incendios, como para el sistema de seguridad industrial y salud ocupacional en lo referente a medidas de primeros auxilios y protecciones individuales recomendadas.

Los pictogramas o símbolos de peligro y de las señales de obligación y de prohibición serán los siguientes:

	O = Combustible		F = Fácilmente inflamable F+ = Extremadamente inflamable		T = Tóxico T+ = Muy tóxico		C = Corrosivo
	Xn = Nocivo Xi = Irritante		N = Peligroso para el medio ambiente		E = Explosivo		Protección obligatoria de la vista
	Protección obligatoria del ojo		Protección obligatoria de las vías respiratorias		Protección obligatoria de las manos		Protección obligatoria de la cabeza
	Prohibido fumar y encender fuego		Prohibido fumar		Prohibido comer y beber		Primeros auxilios



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### 6.2 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para los residuos sólidos ordinarios se ha establecido un programa de separación en la fuente, de tal manera que se reduzcan, reutilicen o reciclen los materiales susceptibles de ello, en tanto que los residuos orgánicos sean entregados a la entidad prestadora del servicio de recolección de basuras.

INGELAB realizará el manejo adecuado de los principales tipos de residuos sólidos generados en sus instalaciones, de acuerdo con su origen:

#### **Residuos ordinarios de las instalaciones temporales**

En INGELAB se evidencian generadores de residuos ordinarios en las labores propias de su funcionamiento y las labores de oficinas.

Con respecto a la disposición de residuos, INGELAB no quemará basuras, desechos, recipientes, ni contenedores de material artificial o sintético (caucho, plástico, poliuretano, cartón, papel, entre otros); ni los dispondrá en los cursos de agua bajo ninguna circunstancia.

Se realizará una separación de los tipos de residuos en la fuente; para esto se colocarán en los sitios de trabajo recipientes para la recolección selectiva de residuos orgánicos y reciclables. Esta medida se acompañará de capacitaciones que indiquen la importancia de la separación de los residuos en la fuente y se haga una concientización al personal que labora en la organización.

#### **CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS**

Los residuos generados son el resultado de actividades domésticas, comerciales, industriales, de prestación de servicios y se producen en las diferentes áreas y proyectos que posee la organización;





## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

TIPO DE RESIDUO	FUENTE DE LOS RESIDUOS	NATURALEZA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS
RESIDENCIAL O DOMESTICOS	Casas y edificios de baja, mediana y elevada altura. Unifamiliares y multifamiliares.	Comida, papel, cartón, plástico, textiles, cuero, madera, vidrio, aluminio, residuos especiales y domésticos peligrosos.
COMERCIAL	Tiendas, restaurantes, edificios de oficinas, hoteles, estaciones de	Papel, cartón, plástico, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos especiales y residuos peligrosos.
DE CONSTRUCCIÓN	Nuevas construcciones, pavimentos rotos y demoliciones principalmente.	Madera, escombros, acero, hormigón, suciedad, etc.
DE PLANTAS DE TRATAMIENTO	Afluente, agua residual y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de tratamiento y pre-tratamiento, compuestos principalmente lodos y biosólidos.
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	Son todos los residuos citados hasta el momento.	Todos los citados.
INDUSTRIAL	Construcción, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos
RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		ESTABLECIMIENTOS PRESTADORES DE SERVICIO DE SALUD
RESIDUOS AGRICOLAS		SEBRADOS EMPRESAS DEDICADAS A LA AGRICULTURA

### Residuos de obras civiles

En las obras civiles se presentan residuos estériles (escombros de construcción) y residuos reciclables, en los cuales se aplicarán las consideraciones del programa de manejo de escombros. Para el manejo y disposición de escombros, actualmente rige la Resolución 541 de 1994.

### Residuos especiales o peligrosos

Los residuos sólidos de carácter especial, como baterías, cartuchos de impresora, aceites y grasas usados y residuos de combustible, filtros de gasolina y aceite, estopas impregnadas con aceites, residuos y recipientes impregnados de pinturas, entre otros, así como los empaques de sustancias tóxicas y peligrosas como aditivos de construcción, que en su mayoría recomiendan evitar que estos penetren en el alcantarillado o aguas superficiales, en el subsuelo o la tierra, en los casos en que esto suceda, INGELAB avisará a las autoridades competentes.

Todos los residuos especiales tendrán un tratamiento separado y cuidadoso, comparado con los demás residuos debido a su alto potencial de contaminación. INGELAB, no dispondrá residuos especiales sobre el suelo, cerca o en el interior de corrientes de agua, entre la vegetación o en lugares no autorizados, sino que, realizará el seguimiento y control de los residuos especiales, mediante el registro de estos residuos, de manera que se identifique la cantidad generada de estos, además, de



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

oficializarse la recolección, manejo y entrega de los mismos a un tercero, de tal forma que la destinación final esté acorde con la normatividad ambiental vigente. En los casos en que los ensayos se ejecuten en lugares donde no haya sistemas de manejo de residuos sólidos, éstos deberán ser llevados al lugar más cercano para su tratamiento.

Se separarán los residuos especiales de los demás residuos generados durante la actividad. Por ningún motivo se quemarán.

### Instrumento de seguimiento, evaluación y monitoreo

Se tendrá como instrumento de seguimiento, la matriz de impactos ambientales, la cual se revalorará mínimo semestralmente.

Para lograr la optimización en el uso de los recursos que posee la institución se tendrán en cuenta los siguientes principios:

- **Descartar** todo lo que no sirva dentro de la empresa, esto se realizará mediante los siguientes criterios:
  - Definir con claridad el tipo de material que se produce en la oficina, obra proyecto o actividad.
  - Separar lo que es útil de lo que no lo es.
  - Habilitar y definir la zona de almacenamiento de materiales necesarios (elementos de reciclaje temporal y reciclaje definitivo)
  - Desechar directamente lo que es basura.
  - Decidir qué hacer con los elementos innecesarios o de reciclaje definitivo.
  - Botar, "vender", regalar o guardar.
- **Organizar** los objetos requeridos en nuestro trabajo, de acuerdo a un método establecido, dándoles una ubicación específica que facilite su localización, disposición y regreso al mismo lugar, después de ser usados. Para organizar el área de trabajo se debe tener en cuenta en primer lugar, definir un nombre para cada clase de artículo. En seguida, decir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.

Algunos consejos prácticos que se deben impartir para la organización:

- Asignar un lugar a cada objeto, documento, herramienta o parte.
- Identificar cada cosa, mediante etiqueta con claves numéricas o alfabéticas si es necesario.
- Usar marcas cuando se trata de mantener niveles mínimos o máximos de algún artículo.



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

- Colocar los objetos en un orden lógico; los que más se usan se colocan más cerca y viceversa.
  - Analizar las necesidades de orden en función de las cantidades y la frecuencia de uso.
- **Limpiar** y mantener los equipos e instalaciones limpios, para ayudar a conservarlos en las mejores condiciones y con ello, obtener un mejor aprovechamiento de los recursos.

Para mantener la limpieza se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Recoger todo tipo de residuos que se genera como parte de las actividades que se realizan.
- Reciclar todo el material que sea posible.
- Recoger y botar en los lugares adecuados la basura que se encuentre a su alrededor.
- Eliminar, aislar y limpiar las fuentes de suciedad.

### Bienestar y gusto por lo alcanzado y su mantenimiento

En esta etapa deben quedar suficientemente claros para todo el personal, tanto de la oficina como operativo, los patrones de acción, las normas de trabajo, acciones correctivas y las tolerancias permitidas, para mantener continuidad en el descarte, en el orden y en la limpieza, así como bienestar por lo alcanzado y gusto por mantenerlo. Los pasos de esta fase han de perseguir que todo el personal pueda distinguir fácilmente una situación anormal (que no cumple con los estándares establecidos).

**Disciplina y Autocontrol:** convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Para fomentar la disciplina y el autocontrol se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Uso de ayudas visuales (colocar afiches)
- Publicación de fotos del "antes" y "después" para las oficinas o campamentos más organizados, boletines informativos, carteles, usos de insignias, concursos de lema y logotipo.
- Realizar evaluaciones periódicas, utilizando criterios pre-establecidos, con grupos de verificación independientes.
- Separación de residuos tanto en el área administrativa.

### SEPARACIÓN EN LA FUENTE

La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación selectiva inicial de los residuos procedentes de cada una de las fuentes determinadas, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Para realizar una correcta separación en la fuente se debe disponer de recipientes adecuados, que en términos generales deben ser de un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

Algunos recipientes son desechables y otros reutilizables, todos deben estar ubicados estratégicamente, visibles, perfectamente identificados y marcados, del color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos, de acuerdo con los colores que exige la Guía Técnica 024 del ICONTEC.

En cuanto a los residuos de tipo químico, es preferible manejarlos en sus propios envases, empaques y recipientes, atendiendo las instrucciones dadas en sus etiquetas y fichas de seguridad.



### Bolsa de reciclaje y/o canecas

#### Área de oficina:

Para el almacenamiento y separación en la fuente dentro del área de oficina, teniendo en cuenta el espacio de estas, y buscando lograr ambientes armónicos para laborar, la separación en la fuente se realizará a partir de la utilización de dos canecas Plásticas pequeñas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Las canecas deberán estar claramente marcadas o identificadas estableciendo el tipo de residuo que podrá ser dispuesto en esta.
- En las canecas demarcadas con el símbolo de reciclaje y/o con bolsa translúcida se dispondrán los residuos que pueden ser reciclados (vidrio, tetra pack, cartón,



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

papel, metales y plásticos). En las canecas demarcadas con el símbolo de orgánico y/o con bolsa negra, se dispondrán los residuos Orgánicos (restos de comida).

### **Baños:**

Para el almacenamiento y separación de residuos dentro del área de baños, la separación en la fuente se deberá efectuar así: Las canecas deberán estar claramente demarcadas y/o con bolsa negra, estableciendo que el residuo a disponer es de tipo sanitario.

### **Cocina y/o cafetería:**

Para el almacenamiento y separación de residuos dentro del área la separación en la fuente se deberá efectuar así: Utilización de canecas medianas pequeñas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Caneca con bolsa translúcida: residuos de papel, cartón, plegadizas, archivo y periódicos.
- Caneca con bolsa azul: vasos plásticos desechables, bolsas de empaques, envases de plásticos y vidrios.
- En las canecas demarcadas con el símbolo de orgánico y/o con bolsa negra, se dispondrán los residuos Orgánicos (restos de comida), serán mantenidos en las bolsas originales y entregados al organismo de aseo de la ciudad o sitio de ubicación del proyecto.

### **Zonas operativas:**

En la zona operativa por el tipo de actividades que se realizan y el volumen de residuos sólidos que se genera, se contempla el uso de canecas grandes, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Las canecas deberán estar claramente demarcadas estableciendo el tipo de residuo.
- Caneca con bolsa translúcida: residuos de papel, cartón, plegadizas, archivo y periódicos.
- Caneca con bolsa negra: residuos de alimentos, desechos de jardín, desechos de frutas.
- Caneca con bolsa azul: vasos plásticos desechables, bolsas de empaques, envases de plásticos y vidrios.
- Caneca con bolsa verde: Objetos ordinarios no aprovechables, tales como: papel, plastificado, poliestireno expandido, papel carbón, PVC, llantas, lonas, cenizas, lodos, entre otros
- Caneca con bolsa roja: residuos que impliquen riesgo biológico o peligrosos, tales como: gasas de curaciones, agujas y jeringas usadas, entre otros como residuos de pintura o aditivos.



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El color de las bolsas sirve para que los residuos sean identificados y recolectados fácilmente sin necesidad de retirar las canecas de su sitio; además, facilitan el transporte de los residuos sólidos. Algunas bolsas podrán ser reutilizadas nuevamente para el mismo fin.

### **La ubicación, cantidad, y volumen de las canecas a utilizar:**

Los recipientes se ubicarán dependiendo de la composición de los residuos y cantidades de generación en las zonas donde se ejecutan actividades de aspectos significativos identificados en la matriz de impactos ambientales.

### **Condiciones de manejo para la recuperación de los residuos que se producen**

**Papel y cartón:** deben estar libres de grasa, parafina, no venir mezclados con orgánicos y cuerpos extraños, tales como colillas de cigarrillo, ganchos, arena, así como separar de otro tipo de papeles que deterioran su calidad y perjudican el proceso de fabricación de papeles y cartones con fibras recicladas, como papel carbón, encerado, celofán.

**Tetrapack:** Los envases de cartón asépticos para productos larga vida, son una nueva generación de envases que utiliza materiales como papel, plástico y aluminio, distribuidos en 8 capas, para proteger y conservar los alimentos líquidos como la leche, jugos, néctares, bebidas lácteas, vinos, aceites, cremas, sopas, agua, salsas y licores entre otros. Son 100% reciclables, se recomienda escurir los envases antes de disponerlos en la bolsa de reciclaje.

**Metales:** Los metales se encuentran en los siguientes materiales los cuales son una constante fuente de chatarra de hierro y acero entre otros: Carros viejos, material de construcción, electrodomésticos (estufas, hornos, lavadoras, neveras), tuberías, repuestos de carro, etc. El aluminio (envases de gaseosa y cerveza) alcanza un precio muy alto debido a la gran demanda. También el cobre y el latón.

**Vidrio:** El vidrio es un silicato que funde a 1.200 grados constituido esencialmente por sílice (procedente principalmente del cuarzo), acompañado de caliza y otros materiales que le dan las diferentes coloraciones.

- El verde (80%). Utilizado masivamente en botellas de vino, cava, licores y cerveza, aunque en menor cantidad en este último.
- El blanco (25%). Usado en bebidas gaseosas, zumos y alimentación en general.
- El extraclaro (10%). Empleado esencialmente en aguas minerales, tarros y botellas de decoración.
- El opaco (5%). Aplicado en cervezas y algunas botellas de laboratorio. No requiere mayores recomendaciones para su recuperación.



## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### Recolección y transporte

Una vez dispuestos los diferentes residuos en las canecas se procede a la recolección y transporte interno hacia una zona de almacenamiento y/o procesamiento; se retiran las bolsas de sus respectivas canecas y se depositan en el lugar determinado por INGELAB, en bolsas o canecas plásticas.

Los diferentes materiales podrán ser transportados en un mismo recorrido; puesto que, los residuos sólidos irán en sus respectivas bolsas cerrada para no tener el peligro de que puedan ser mezclada en el transporte.

**Reciclaje.** En el área administrativa de INGELAB, se generan residuos sólidos como papeles, plásticos y vidrios que tienen grandes potencialidades de ser aprovechados como fuente de materia prima para la elaboración de nuevos productos, mientras que en las zonas de ejecución de proyectos además de estos materiales, se producen residuos estériles como escombros, metales y materiales más contaminantes como residuos de grasas y aceites.

Con el fin de reciclar la mayor cantidad de material posible, todo lo que se almacena en la bodega deberá ser entregado a una empresa, persona o cooperativa de reciclaje de la ciudad, que se encargarán de la comercialización y aprovechamiento. A cambio de esta donación, deberá entregar un reporte de recibido.

**Evacuación final.** Los residuos producidos en oficina, que dado a sus características no pueden ser comercializados, serán entregados a las empresas prestadoras del servicio de Aseo.

## Anexo 10. Identificación y Evaluación de los Riesgos del Proyecto INGELAB

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
ETAPA EN QUE SE PRESENTARÍA EL RIESGO	CATEGORÍA	ID	NOMBRE DEL RIESGO	BREVE DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	CAUSAS	CONSECUENCIAS
DISEÑO	INTERNO	ED	Errores en la Estimación de la Demanda	Fallas humanas al momento de estimar los parámetros tenidos en cuenta para el cálculo de la Demanda del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en las encuestas realizadas, por:</li> <li>- Comunicación con el encuestado</li> <li>- Conocimientos del encuestado</li> <li>- Interés del encuestado</li> <li>- Recopilación de resultados</li> <li>- Muestra poco representativa de la realidad</li> <li>• Error en la elección del indicador de la demanda</li> <li>• Error en el método de proyección aplicado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de las encuestas alejados de la realidad</li> <li>• Sobrevaloración de la demanda</li> <li>• Demanda real menor a la demanda esperada</li> </ul>
	INTERNO	VP	Valoración de los Parámetros para las Proyecciones	Sub o sobrevaloración de los parámetros usados para las proyecciones de ventas, precios, salarios, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Error en la decisión del indicador macroeconómico para la demanda</li> <li>• Error en la decisión del indicador macroeconómico para la oferta</li> <li>• Falla en la proyección de la demanda anual</li> <li>• Falla en el incremento anual de precios asumido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda real menor a la demanda esperada</li> <li>• Oferta real mayor a la oferta esperada</li> <li>• Ventas reales menores a las ventas estimadas</li> <li>• Precios de venta sub o sobrevalorados</li> </ul>
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	EXTERNO	FN	Fenómenos Naturales	Condiciones de precipitaciones, estabilidad de terrenos, entre otros que pueden afectar el normal desarrollo de las construcciones locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio climático</li> <li>• Daños a la capa de ozono</li> <li>• Generación de gases efecto invernadero</li> <li>• Tala indiscriminada de árboles</li> <li>• Ocupación de zonas de riesgo natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrasos en la puesta en marcha del proyecto</li> <li>• Desastres naturales, como inundaciones, deslizamientos de tierra, entre otros</li> <li>• Parálisis en las obras de construcción en ejecución</li> <li>• Restricciones en la expedición de licencias de construcción</li> <li>• Regulación de las áreas disponibles para construcción</li> <li>• Aumento de severidad en las normas y legislaciones nacionales</li> <li>• Disminución del índice de la construcción</li> </ul>
	EXTERNO	IP	Incumplimiento de Proveedores	Incumplimiento de los proveedores que puede generar atraso en la entrada en operación del proyecto o en las operaciones de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incapacidad técnica, financiera o administrativa del proveedor</li> <li>• Demora en nacionalización de los equipos</li> <li>• Problemas de política internacional</li> <li>• Condiciones climáticas adversas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrasos en la puesta en marcha del proyecto</li> <li>• Falta de mantenimiento preventivo de equipos</li> <li>• Fallas continuas de los equipos</li> <li>• Falta de calibración de los equipos</li> <li>• Rechazo en la solicitud de certificación en calidad o pérdida de la misma</li> </ul>
	EXTERNO	AA	Afectación Ambiental	Afectación al ambiente y a las comunidades por la generación de escombros, polvo y ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación ambiental en los temas de:</li> <li>- Generación de ruidos</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de particuladas en el aire</li> <li>- Disposición de escombros</li> <li>• Restricciones en la expedición de licencias para zonas de disposición de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiencia del área proyectada para disposición inicial de escombros (patio)</li> <li>• Largos periodos de escombros dispuestos en patio</li> <li>• Insuficiencia del estudio de rutas de transporte de escombros</li> <li>• Conflicto social por afectación a la comunidad</li> </ul>
OPERACIÓN	EXTERNO	CL	Construcción Local	Cambios en el comportamiento de los índices de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restricciones en la expedición de licencias de construcción</li> <li>• Condiciones climáticas adversas</li> <li>• Recesión económica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parálisis en la producción de ensayos</li> <li>• Poca confiabilidad en los resultados</li> <li>• Pérdida de la calibración de los equipos</li> <li>• Fallas en la implementación del Sistema de Gestión de Calidad</li> <li>• Rechazo en la solicitud de certificación en calidad o pérdida de la misma</li> </ul>
	INTERNO/EXTERNO	FE	Fallas de los Equipos	Condiciones de operación y mantenimiento que afecten el correcto funcionamiento de los equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capacitación de los operadores</li> <li>• Falta de mantenimiento preventivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incumplimiento del objeto y el alcance del proyecto</li> <li>• Pérdida de confiabilidad en los resultados</li> <li>• Pérdida de exclusividad y su valor agregado</li> <li>• Fracaso público y caída de la imagen</li> </ul>
	INTERNO/EXTERNO	CC	Certificación en Calidad	Condiciones internas o externas que afecten la obtención y conservación de la certificación en Calidad ISO-9000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en la preparación del Plan de Gestión de Calidad</li> <li>• Fallas en la implementación del Sistema de Gestión de Calidad</li> <li>• Fallas en el control de procesos</li> <li>• Deficiencias en la comunicación interna</li> <li>• Conflictos con auditor</li> <li>• Concepto subjetivo del auditor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiencia en el estudio de localización</li> <li>• Incremento en costos por:</li> <li>- Nuevo estudio de localización</li> <li>- Adecuación del nuevo sitio escogido</li> <li>- Traslado, instalación y calibración de equipos</li> <li>- Socialización y publicidad</li> <li>• Parálisis en la producción de ensayos</li> <li>• Potencial pérdida de clientes</li> </ul>
	EXTERNO	DS	Desarrollo Social	Desarrollo urbanístico en el área de localización del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en el POT de la ciudad</li> <li>• Cambios en la normativa ambiental</li> <li>• Subjetividad del propietario en cuanto al beneficio otorgado por el uso de su vivienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda real menor a la demanda esperada</li> <li>• Ventas reales menores a las ventas estimadas</li> <li>• Precios de venta sub o sobrevalorados</li> <li>• Incremento en costos por nuevos estudios de precios de ventas y de publicidad</li> </ul>
	EXTERNO	CT	Cientes	Condiciones que pueden influir en los clientes al momento de hacer uso de los servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del índice de la construcción</li> <li>• Aparición de otros ofertantes</li> <li>• Cambios en las normas y legislaciones</li> <li>• Insuficiencia en la publicidad</li> <li>• Fallas en la obtención o conservación de la certificación en calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda real menor a la demanda esperada</li> <li>• Ventas reales menores a las ventas estimadas</li> <li>• Precios de venta sub o sobrevalorados</li> <li>• Incremento en costos por nuevos estudios de precios de ventas y de publicidad</li> </ul>





## Anexo 11. Procedimiento de Calidad

### PROCEDIMIENTO PARA GESTION DE ESTUDIOS

#### 1. OBJETIVO

Establecer las disposiciones necesarias para controlar las actividades de estudios que son subcontratadas por proveedores de servicios profesionales ó ejecutadas por personal de la organización, teniendo en cuenta las disposiciones establecidas en la norma internacional ISO 9001:2008.

#### 2. ALCANCE

La presente instrucción de trabajo aplica para todos los estudios para los diseños y para la construcción de obras civiles, que son subcontratadas o ejecutadas por personal de la organización. Los estudios en los que normalmente participa la organización son, entre otros:

- Estructurales
- de Suelos o Geotécnicos
- de Pavimentos
- Ambientales
- Hidrológicos y/o Hidráulicos

#### 3. DEFINICIONES

**Revisión:** actividad emprendida para asegurar la conveniencia, la adecuación y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar unos objetivos planificados. **Revalidación:** es la confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva, de que se ha cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica.

**Evidencia Objetiva:** datos que respaldan la existencia o veracidad de algo. **Requisitos:** necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

#### 4. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

**Gerencia Técnica ó Gerente General:** Determinar la competencia mínima requerida para el proveedor de servicios profesionales para la ejecución de estudios. Reevaluar la gestión del proveedor o designar una persona idónea para tal fin. Aprobar los equipos y personal participante en la realización de los estudios. Designar el responsable para hacer seguimiento al proveedor.

#### 5. CONDICIONES GENERALES

Los proveedores de servicios profesionales para actividades de consultoría de estudios deben ser evaluados según las disposiciones establecidas en la caracterización del proceso de compras, por el Ingeniero de gestión de diseño o la persona designada por la Gerencia técnica y por su resultado, se considerará si es aceptable ó no, para luego proceder a la contratación del mismo. En caso de que el cliente no determine la competencia mínima requerida para el proveedor de servicios profesionales de consultoría de estudios, está será determinada por la gerencia técnica ó gerencia general;

teniendo en cuenta las necesidades del proyecto, su complejidad y los requisitos definidos en los términos de referencia del cliente, y se establecerán las funciones y las responsabilidades de los proveedores, al igual que su autoridad y las decisiones que pueden tomar y a quién deben dirigirse para presentar los resultados de los estudios. Una vez el proveedor de servicios profesionales para los estudios haya sido contratado, será capacitado, ya sea por el ingeniero de gestión de diseño ó por el coordinador de calidad de la organización, en cuanto a la manera como ésta controla la gestión de los estudios y los registros que se deben llevar para este fin. La reevaluación de los proveedores de servicios profesionales para los estudios la hará el asistente de compras teniendo en cuenta la información suministrada por el Ingeniero de Gestión de Diseño o quien la Gerencia Técnica designe, en las frecuencias establecidas en la caracterización del proceso de compras.

## 6. DESARROLLO

**6.1 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE ESTUDIOS:** Máximo 15 días después de que el especialista conozca el objeto y los requisitos del contrato para la gestión de estudios, deberá enviar una carta a la organización, en la cual especifique clara y detalladamente lo que se describe a continuación. La planificación de los estudios también se puede realizar durante reuniones o comités, dejando evidencia en las actas de comité.

**6.1.1. Programa de actividades para los Estudios:** Las actividades para la gestión de estudios se programará en el tiempo por medio de un diagrama de grantt o similar, y se incluirá como mínimo las fechas aproximadas de cada una de las reuniones de revisión de las actividades de los estudios, y las fechas de aprobación y revalidación. **6.1.2.**

**Metodología para la Gestión de Estudios:** En este aparte, el especialista deberá indicar la metodología a utilizar para realizar los estudios, y los registros que la evidencian. Lo anterior, incluye los métodos para la revalidación de los mismos.

**6.1.3. Personal a utilizar en el estudio:** En este aparte, el especialista deberá enseñar los cargos que participaran en el estudio, indicando el nombre, la disponibilidad, la educación, la experiencia y la autoridad y responsabilidades del mismo. Para esto, el especialista deberá diligenciar el formato "Personal para Estudios".

**6.1.4. Equipos a utilizar en el estudio:** En este aparte, el especialista deberá relacionar los equipos que utilizará para la realización de los estudios, incluyendo los equipos de laboratorio, de topografía y demás equipos mecánicos. Para esto, el especialista deberá diligenciar el formato "Equipos para la Realización de Estudios". **6.1.5. Productos de**

**Estudio:** En este aparte, el especialista deberá indicar como entregará los resultados obtenidos, incluyendo bosquejos, documentos, memorias, resultados de las revalidaciones realizadas. Para esto, el especialista deberá diligenciar el formato "Productos de Estudios", el cual será comprobado por la organización a manera de lista de chequeo. Los documentos resultantes de los estudios (contenido de los informes, fechas de entrega, formatos de planos, número de planos, etc.), son determinados por la organización, en conjunto con los especialistas, diseñadores ó ingenieros que intervengan, durante la planificación de los estudios. El especialista está en la obligación de corregir y aclarar en el menor tiempo posible, todo lo relacionado con los estudios, al personal de la organización que así lo requiera. Si el estudio es complejo o cuenta con varios grupos de trabajo, la planificación del mismo debe hacerse en conjunto con el director de obra y los grupos interdisciplinarios de especialistas, para garantizar la globalidad del proyecto y la integración sistemática de las actividades de los estudios.

**6.2 GESTIÓN DEL ESTUDIO:** Teniendo en cuenta la información suministrada por el especialista, el director de obra y el Coordinador de Calidad ó quien designe la Gerencia,

hacen seguimiento al cumplimiento de los compromisos adquiridos por el mismo. El cumplimiento a dichos compromisos se verifica por medio de reuniones entre los grupos interdisciplinarios de especialistas, el director de obra y/o el coordinador de calidad de la organización, de las cuales quedan actas de reunión, registros y/o correspondencia. En dichas reuniones se verifica el avance del programa, incluyendo las revisiones efectuadas. Con relación a las revisiones y revalidaciones, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La *revisión*, es una actividad emprendida para asegurar la conveniencia, la adecuación y la eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar los objetivos establecidos.

Cada vez que se termine una etapa del estudio, se realizan revisiones de los registros generados, para verificar el cumplimiento de las actividades planificadas y así, conocer la capacidad que se tiene para cumplir con los compromisos adquiridos e identificar los problemas para tomar acciones oportunamente. En las revisiones, deben participar los especialistas y profesionales involucrados internos o externos, junto con el personal técnico del proyecto, para evaluar los problemas presentados y las acciones tomadas. La ejecución de las revisiones, es el mecanismo mediante el cual la organización tiene las herramientas adecuadas para valorar el estado del estudio, conforme a las disposiciones establecidas en la carta de planificación entregada al inicio por el proveedor de servicios profesionales para estudios.

- La *revalidación*, es la confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva, de que se ha cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica.

Las revalidaciones pueden ser pruebas de escritorio o simulaciones, que lleven a la organización a tener seguridad de que el concepto emitido es exitoso en su implementación. La realización de las revalidaciones, es responsabilidad del especialista o los especialistas encargados de los estudios, la cual, se debe llevar a cabo de acuerdo con las disposiciones establecidas durante la planificación de los estudios y debe realizarse antes de entregar los estudios definitivos al cliente. (Esta puede ser una comprobación de los resultados, con resultados de estudios similares anteriores). Los especialistas no podrán tener comunicación directa con el cliente sin previa autorización de la organización. Debe quedar evidencia escrita de todas las reuniones que se lleven a cabo durante la ejecución de los estudios. Las actas de reunión deberán contar como mínimo con la siguiente información:

- La fecha de la reunión.
- Los nombres de los participantes, describiendo su especialidad dentro del grupo interdisciplinario.
- El tema o los temas tratados.
- Las decisiones y acciones tomadas para garantizar el éxito del proyecto.
- Los compromisos adquiridos y los responsables de dichos compromisos.

En cuanto a la comunicación entre los grupos interdisciplinarios de diseñadores, deberá quedar evidenciada por medio de correspondencia escrita o en actas de reunión y la organización deberá tener conocimiento al respecto. El proveedor de servicios profesionales para estudios está en la obligación de dar solución a las quejas o reclamos que haga la organización o su cliente. De lo anterior deberá quedar evidencia en la correspondencia o en actas de reunión. Cuando haya evidencia de un producto no conforme (incumplimiento de un resultado), el proveedor de servicios profesionales para

estudios deberá informar a la organización y además, dejará evidencia de esto en correspondencia o en las actas respectivas incluyendo las acciones emprendidas.

## **7. FORMATOS**

Productos de Estudios (FCE-001) Personal para Estudios (FCE-002) Equipos para la Realización de Estudios (FCE-003)

## **8. CAMBIOS**

Vr2. Se trasfiere las responsabilidades del coordinador HSEQ al coordinador de calidad.  
Vr3 Se incluye las responsabilidades del ingeniero gestión de diseño. Se aclara que las evaluaciones y reevaluaciones de los proveedores de servicios profesionales se realiza según lo establecido en el proceso de compras.

## INSTRUCTIVO PARA LA GESTION DE DISEÑOS

### 1. OBJETIVO

Establecer las disposiciones necesarias para controlar las actividades de diseño que son subcontratadas por proveedores de servicios profesionales ó ejecutadas por personal de la organización, teniendo en cuenta las disposiciones establecidas en el numeral 7.3 de la norma internacional ISO 9001:2008

### 2. ALCANCE

La presente instrucción de trabajo aplica para todas las actividades de diseño para la construcción de obras civiles, que son subcontratadas o ejecutadas por personal de la organización. Los diseños en los que normalmente participa la organización son, entre otros:

- Estructurales
- Geotécnicos
- Hidráulicos
- Redes de Servicio Público
- Espacio Público y Urbanismo

### 3. DEFINICIONES

**Revisión:** actividad emprendida para asegurar la conveniencia, la adecuación y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar unos objetivos planificados. **Verificación:** confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

**Validación:** confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

**Evidencia Objetiva:** datos que respaldan la existencia o veracidad de algo. **Requisitos:** necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

### 4. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

**Gerencia Técnica ó Gerente General:** Determinar la competencia mínima requerida para el proveedor de servicios profesionales para la ejecución de estudios. Reevaluar la gestión del proveedor o designar una persona idónea para tal fin. Aprobar los equipos y personal participante en la realización de los estudios. Designar el responsable para hacer seguimiento al proveedor.

### 5. CONDICIONES GENERALES

Los proveedores de servicios profesionales para actividades de consultoría de estudios deben ser evaluados según las disposiciones establecidas en la caracterización del proceso de compras, por el Ingeniero de gestión de diseño o la persona designada por la Gerencia técnica y por su resultado, se considerará si es aceptable ó no, para luego proceder a la contratación del mismo. En caso de que el cliente no determine la competencia mínima requerida para el proveedor de servicios profesionales de diseño, está será determinada por la gerencia técnica; teniendo en cuenta las necesidades del proyecto, su complejidad y los requisitos definidos en los términos de referencia del

cliente, y se establecerán las funciones y las responsabilidades de los proveedores, al igual que su autoridad y las decisiones que pueden tomar y a quién deben dirigirse para presentar los resultados de las actividades de diseño y decisiones. Una vez el proveedor de servicios profesionales para las actividades de diseño haya sido contratado, será capacitado, ya sea por el ingeniero de gestión de diseño ó por el coordinador de calidad de la organización, en cuanto a la manera como ésta controla la gestión de los diseños y los registros que se deben llevar para este fin. La reevaluación de los proveedores de servicios profesionales para los estudios la hará el asistente de compras teniendo en cuenta la información suministrada por el Ingeniero de Gestión de Diseño o quien la Gerencia Técnica designe, en las frecuencias establecidas en la caracterización del proceso de compras.

## 6. DESARROLLO

**6.1 PLANIFICACIÓN DEL DISEÑO:** Máximo 15 días después de que el diseñador conozca el objeto y los requisitos del contrato de diseño, deberá enviar una carta al Gerente Técnico de la organización, en la cual especifique clara y detalladamente lo que se describe a continuación: La planificación de los diseños también se puede realizar durante reuniones o comités, dejando evidencia en las actas de comité.

**6.1.1. Programa de actividades para el diseño:** Las actividades de diseño se programará en el tiempo por medio de un diagrama de gantt o similar, y se incluirá como mínimo las fechas aproximadas de cada una de las reuniones de revisión de las actividades del diseño, las fechas de las actividades de verificación y de validación. **6.1.2. Metodología para el diseño:** En este aparte, el diseñador deberá indicar la metodología a utilizar para realizar el diseño, además de los métodos para la verificación y validación de los mismos.

**6.1.3. Productos de diseño:** En este aparte, el diseñador deberá indicar como entregará los resultados obtenidos durante el diseño, incluyendo planos, bosquejos, documentos, memorias, resultados de las verificaciones y de las validaciones realizadas. Para esto, el diseñador deberá diligenciar el formato (FCD-001) "Productos de Diseño", el cual será comprobado por la organización a manera de lista de chequeo. Los documentos resultantes del diseño (contenido de los informes, fechas de entrega, formatos de planos, número de planos, etc.), son determinados por la organización, en conjunto con los diseñadores, durante la planificación del diseño. Los diseños deben proporcionar información que permita su comprobación, con relación a los elementos de entrada. Los documentos resultantes del diseño incluirán ó harán referencia a los criterios de aceptación del producto y a las características del producto. Los diseños serán aprobados por quien determine la Gerencia Técnica, antes de su liberación.

**6.1.4. Datos de Entrada para el diseño:** En este aparte, el diseñador deberá indicar el valor de los datos que utilizará en el diseño, describiendo de donde los obtuvo. Para esto, el diseñador deberá diligenciar el formato (FCD-002) "Datos de Entrada para el Diseño". La información entregada por el diseñador y que se describe anteriormente, hace parte de las obligaciones y compromisos adquiridos con la organización. Los datos de entrada son revisados y aprobados por el responsable de elaborar los diseños. El diseñador esta en la obligación de corregir y aclarar en el menor tiempo posible, todo lo relacionado con las actividades del diseño, al personal de la organización que así lo requiera.

**6.2 GESTIÓN DEL DISEÑO:** Si el diseño es complejo o cuenta con varios grupos de trabajo, la planificación del mismo debe hacerse en conjunto con el director de obra y los grupos interdisciplinarios de diseñadores, para garantizar la globalidad del proyecto y la integración sistemática de las actividades del diseño. Teniendo en cuenta la información

suministrada por el diseñador, el director de obra y el coordinador de calidad ó responsable designado de la gerencia hacen seguimiento al cumplimiento de los compromisos adquiridos por el mismo. El cumplimiento a dichos compromisos se verifica por medio de reuniones entre los grupos interdisciplinarios de diseñadores, el director de obra y/o el coordinador de calidad ó responsable designado de la organización, de las cuales quedan actas de reunión, registros y/o correspondencia. En dichas reuniones se verifica el avance del programa, se evalúa el efecto de los cambios generados en el diseño y se revisa cuando sea necesario el estado de los datos de entrada para la ejecución del diseño (FCD-002). Con relación a las revisiones, verificaciones y validaciones, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Una *revisión*, es una actividad emprendida para asegurar la conveniencia, la adecuación y la eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar los objetivos establecidos.

Cada vez que se termine una etapa del diseño, se lleva a cabo revisiones de la documentación resultante (planos y memorias, entre otros, según lo definido en el cronograma y en la planificación del diseño), para verificar el cumplimiento de las actividades planificadas para la ejecución del diseño y así, conocer la capacidad que se tiene para cumplir con los compromisos adquiridos e identificar los problemas para tomar acciones oportunamente. En las revisiones, deben participar los especialistas y profesionales involucrados internos o externos, junto con el personal técnico del proyecto, para evaluar los problemas presentados y las acciones tomadas. La ejecución de las revisiones, es el mecanismo mediante el cual la organización tiene las herramientas adecuadas para valorar el estado del diseño, conforme a las disposiciones establecidas en la carta de planificación del diseño entregada al inicio por el proveedor de servicios profesionales para actividades de diseño.

- Una *verificación*, es la confirmación mediante el aporte de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos establecidos.

Las verificaciones son el mecanismo a través del cual, el diseñador asegura que los resultados de su diseño cumplen con los requisitos de los elementos de entrada, mediante la realización de comparaciones, comprobaciones, demostraciones o cálculos alternativos, los cuales son establecidos durante la planificación del diseño. La verificación puede ser realizada a las partes más críticas del diseño. Las verificaciones son acciones que dan confianza y seguridad al diseñador sobre los resultados parciales o totales obtenidos durante las actividades de diseño; estas se llevan a cabo para garantizar que el proyecto no avance más allá de lo indicado, cuando los resultados de la verificación no se encuentran acordes con los resultados obtenidos durante la actividad de diseño.

- Una *validación*, es la confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva, de que se ha cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica.

Las validaciones pueden ser reales o simuladas, y consisten en comprobar y confirmar que el diseño terminado cumple los requisitos establecidos o es capaz de satisfacer a los usuarios finales, cuando se le de la utilización prevista.

La realización de la validación, es responsabilidad del especialista o los especialistas encargados del diseño, la cual, se debe llevar a cabo de acuerdo con las disposiciones establecidas durante la planificación del diseño y siempre que sea factible debe realizarse antes de entregar los diseños definitivos al cliente ó de su implementación. El resultado de la validación, puede ser una maqueta, ó la impresión de los resultados obtenidos del uso de programas de cómputo que simulan el comportamiento real ó la impresión de resultados obtenidos por pruebas especiales a los elementos diseñados bajo las



condiciones de uso del diseño definitivo, ó la aceptación de un especialista en el área de diseño del cliente ó de la interventoría, y un documento u comunicación de conclusiones en la cual se establezcan las acciones necesarias, a partir de la validación del diseño. Cada vez que se modifique o se haga un cambio a un diseño, ya sea por solicitud del cliente, como resultado de revisiones o verificaciones realizadas o como resultado de reuniones de los grupos interdisciplinarios que participan en el diseño, se deben identificar los cambios y además, se debe evaluar el impacto o las afectaciones que dicho cambio cause en el diseño general o en sus partes constitutivas (incluyendo diseños ya entregados, cuando se han hecho entregas parciales) en el formato (FCD-003) "Control de Cambios de Diseño". Cada vez que se haga una modificación o un cambio, el diseñador identificará en cada uno de los documentos asociados y se debe establecer la naturaleza del cambio o modificación. (Debe ser claro todo lo referente al cambio que se realiza). Si el cambio o la modificación produce impacto sobre un diseño que ya ha sido verificado, este deberá ser verificado nuevamente con la nueva información, lo mismo se debe hacer, si el cambio o la modificación produce impacto sobre un diseño que ya ha sido validado. Lo anterior quiere decir que todo cambio que se realice debe ser revisado, verificado y validado, teniendo en cuenta las disposiciones planificadas. La ejecución del diseño de acuerdo con los cambios o las modificaciones realizadas, se controlará a través del programa de trabajo establecido, es decir, cuando sea necesario, la planificación del diseño se actualizará por un cambio o modificación de diseño que modifique los tiempos de entrega de los resultados de diseño. Los diseñadores no podrán tener comunicación directa con el cliente sin previa autorización de la organización. Debe quedar evidencia escrita de todas las reuniones que se lleven a cabo durante la ejecución de los diseños. Las actas de reunión deberán contar como mínimo con la siguiente información:

- La fecha de la reunión.
- Los nombres de los participantes, describiendo su especialidad dentro del grupo interdisciplinario.
- El tema o los temas tratados.
- Las decisiones y acciones tomadas para garantizar el éxito del proyecto.
- Los compromisos adquiridos, las fechas topes para los compromisos y los responsables de dichos compromisos.

Las revisiones, verificaciones y validaciones, quedarán evidenciadas por medio de actas y/o registros, evidenciando los resultados y cualquier acción que sea necesaria. En cuanto a la comunicación entre los grupos interdisciplinarios de diseñadores, deberá quedar evidenciada por medio de correspondencia escrita o en actas de reunión y la organización deberá tener conocimiento al respecto. El proveedor de servicios profesionales para actividades de diseño está en la obligación de dar solución a las quejas o reclamos que haga la organización o su cliente. De lo anterior deberá quedar evidencia en la correspondencia o en actas de reunión. Cuando haya evidencia de un producto no conforme (incumplimiento de un dato de entrada, de una especificación o un resultado inadecuado o errado detectado en una revisión, una verificación o una validación), el proveedor de servicios profesionales para actividades de diseño deberá informar a la organización y además, dejará evidencia de esto en correspondencia o en las actas respectivas incluyendo las acciones emprendidas.

## **7. FORMATOS**

Productos de Diseño (FCD-001) Datos de Entrada para la Ejecución del Diseño (FCD-002). Control de Cambios de Diseño (FCD-003)

## **8. CAMBIOS**

Vr 2 Se incluye la modificación de que la gerencia puede designar un responsable para hacer seguimiento al proveedor diferente al coordinador de calidad. Si no se hace esta designación, el responsable será el coordinador de calidad. Se eliminan las disposiciones HSEQ. Vr3 Se incluye las responsabilidades del ingeniero gestión de diseño. Se aclara que las evaluaciones y reevaluaciones de los proveedores de servicios profesionales se realiza según lo establecido en el proceso de compras.

## **INSTRUCTIVO PARA GESTION DE COMPRAS**

### **1. OBJETIVO.**

Establecer los lineamientos que debe seguir la administración de plantas de producción y frentes de Obra de Promotora Montecarlo Vías S.A., para dar cumplimiento a los requisitos contables y gerenciales de la organización.

### **2. ALCANCE.**

Este instructivo aplica para la adquisición de elementos, suministros y repuestos comprados por caja menor ó a crédito en todas las administraciones por frente de trabajo de Promotora Montecarlo Vías S.A.

### **3. DESARROLLO**

#### **Definiciones:**

- Compra: adquisición de un bien o servicio
- Proveedor: quien suministre un bien o servicio a la organización. Comprende proveedores de materiales, insumos, subcontratistas, servicios profesionales, alquileres, etc.
- Caja menor: Montos en dinero para compras menores.
- Créditos: negociaciones entre la organización y los proveedores en donde se establecen suministros de insumos o servicios con pagos a plazos en tiempo y montos previamente establecidos.

Al realizar compras por caja menor ó crédito, se debe tener en cuenta los criterios definidos en la caracterización del proceso de compras, de manera que el responsable de realizar la compra siempre asegure el cumplimiento de los requisitos técnicos de los materiales ó insumos a adquirir (no hay la necesidad de solicitar varias cotizaciones, realizar cuadro comparativo y se puede adjudicar directamente a un proveedor seleccionado). Los centros de costos autorizados serán responsabilidad de los Directores de Obra, Jefes de Planta o Residente responsable del frente de trabajo. Estos serán los encargados del completo y buen diligenciamiento de los recibos de reporte de compras menores, el recibo debe contener la siguiente información clara:

- Nombre del proveedor,
- Cedula de ciudadanía o Nit,
- Fecha de compra (sin enmendaduras)
- Descripción completa del artículo o servicio comprado (Sin enmendaduras),
- Valor del artículo o servicio,
- Número de Teléfono fijo o celular del beneficiario y por último,
- Visto bueno del responsable de costos del frente de trabajo.

Los recibos presentados dentro de una caja menor, deben tener fechas que coincidan con el periodo relacionado en el FAF-021 Caja Menor. Todos los artículos comprados por caja menor ó a crédito deben ingresar al almacén y deben tener su respectiva entrada y salida. Las salidas de almacén deben ser enviadas firmadas por todos los responsables según el formato correspondiente. A los recibos soporte de cada caja menor se le debe anexar la copia de la salida de almacén.

No se legalizarán las compras realizadas por caja menor de: elementos de aseo y papelería, alimentación y viáticos **que la gerencia no apruebe previamente**. Para la legalización y respectivo pago de las cajas menores, se deben relacionar las compras en detalle en el formato "Caja Menor" y deben ser enviadas a la oficina principal el primer día laboral de cada semana, cualquier relación que llegue después de ésta fecha serán legalizadas hasta la siguiente semana. El formato Caja Menor, debe estar completamente diligenciado, teniendo en cuenta:

- No. Consecutivo del numero de cajas menores detalladas y cobradas
- Fondo: Monto aprobado por la Gerencia Administrativa
- Reembolso Actual: Total de los gastos realizados en el periodo relacionado
- Saldo en efectivo en caja: Diferencia del Fondo menos el reembolso solicitado.
- Periodo: Periodo en días con fecha de las compras menores realizadas.
- Fecha: Día en que realizan la compra menor
- Beneficiario: Nombre de la persona natural o jurídica a la cual se le realiza la compra del insumo o servicio.
- Cédula/NIT: Numero de identificación de la registraduría nacional o Identificación/Nit de la cámara de comercio.
- Concepto: Código de acuerdo al plan único de cuentas y Descripción detallada del artículo o servicio comprado.
- Valor: Precio pagado por la compra en pesos (\$)
- Retefuente: Pago de impuesto nacional vigente según tabla vigente anual.
- Total: Diferencia del valor menos retefuente.
- Gran Total: Sumatoria por concepto de lo relacionado en la columna Total.

**3.1 Compras Menores (Montos < ¼ SMMLV)** El Fondo de la Caja Menor está bajo la responsabilidad del Director de Obra, Jefe de Planta ó Ingeniero Residente responsable del frente de obra.

**3.2 Compras Menores (Montos > ¼ SMMLV y <1/2 SMMLV)** Cuando se establezca la necesidad de hacer compras entre montos de ¼ a ½ SMMLV el responsable del centro de costo deberá contar con la autorización previa de las Gerencias, según el material ó insumo a comprar. Esta autorización se realizará enviando la cotización del material ó insumo a la Gerencia vía fax o e-mail, luego se hará seguimiento para saber si la Gerencia aprueba la compra.

**3.3 Compras a crédito (Montos >1/2 SMMLV y < 2 SMMLV)** Cuando se establezca la necesidad de hacer compras entre montos de ½ a 2 SMMLV el responsable del centro de costo deberá contar **obligatoriamente** con la autorización previa de la Gerencia Administrativa (ó de la Gerencia de Costos y Presupuestos, en caso de que no se pueda contactar al Gerente Administrativo). Esta autorización se realizará enviando la cotización del material ó insumo a la Gerencia vía fax o e-mail, luego se hará seguimiento para saber si la Gerencia aprueba la compra. Las compras deberán ser para pago mínimo a 30 días y para hacer corte los días 25 de cada mes teniendo en cuenta que el recibo en las oficinas es el primer día hábil de cada semana. Los retiros de artículos o servicios deberán ser solicitados con orden compra autorizados en orden jerárquico por el Asistente Administrativo / Responsable de centro de Costos por frente de trabajo / Gerente Administrativo.

Se deberá informar por escrito las fechas y el número de días que demora la gestión de pago al interior de PMV al proveedor. El trámite para pago de créditos se realizara mediante el FAF-019 RELACION DE CAJA MENOR Y FACTURAS PARA PAGO y serán enviadas para legalización y respectivo pago a las oficinas principales de Promotora Montecarlo Vía, el primer día hábil de cada semana.

**RELACION DE PAGOS:** Los frentes de Obra y Plantas, para la legalización de las cajas menores y compras a crédito deben diligenciar el formato "Relación de Caja Menor y Facturas de Pago" y enviarlo adjunto a los soportes respectivos. Nota: Es importante informar por escrito las fechas y el número de días que demora la gestión al interior de Promotora Montecarlo para el pago efectivo a los proveedores, y manejar fechas específicas.

#### **4. FORMATOS**

FAF-019 Relación de caja menor y facturas para pago FAF-021 Caja menor FAA-003 Salida de Almacén.

#### **5. CAMBIOS**

Se involucraron lineamientos dados por la gerencia. Se incluyen instrucciones para las compras realizadas por caja menor para montos entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  SMMLV. Se incluyen los responsables del Manejo de Caja Menor en los frentes de obra y Planta de PMV. Se establece que no se deben enviar recibos dentro de la relación de caja menor, que tengan fechas que coincidan con el periodo relacionado en el FAF-021 Caja Menor. Se establece que los recibos deben tener fecha. Se establece que las copias de salida de almacén deben venir firmadas por todos los responsables, según el formato respectivo.