



El campo
es de todos

Minagricultura

Manual de normas técnicas básicas para la realización de proyectos de adecuación de tierras





El campo
es de todos

Minagricultura

Manual de normas técnicas básicas para la realización de proyectos de adecuación de tierras

Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Andrés Rafael Valencia Pinzón
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Javier Pérez Burgos
Viceministro de Desarrollo Rural

Marcela Urueña Gómez
Viceministra de Asuntos Agropecuarios

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

Felipe Fonseca Fino
Director general

Mercedes Vásquez de Gómez
Secretaria general

Dora Inés Rey Martínez
**Directora técnica de Ordenamiento de la
Propiedad y Mercado de Tierras**

Daniel Alberto Aguilar Corrales
**Director técnico de Uso Eficiente del Suelo
Rural y Adecuación de Tierras**

Daniel Mauricio Rozo Garzón
**Jefe de la Oficina de Tecnologías de la
Información y las Comunicaciones**

Luz Marina Arévalo Sánchez
Gloria Cecilia Chaves Almanza
Emiro José Díaz Leal
Sandra Milena Ruano Reyes
Johana Trujillo Moya
Asesores



Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

Felipe Fonseca Fino
Daniel Alberto Aguilar Corrales
Directores temáticos

Elizabeth Flechas Jiménez
Wilson David Gamboa Pérez
Líderes

Elizabeth Flechas Jiménez
Autora

Empresa de Transformación Agraria S. A. Sucursal Colombia

Adriana Constanza Conde Sánchez
Claudia Alfaro de los Ríos
Hugo Cruz Nieto
José María García Asacio
Leonardo Carlos Bettin Álvarez
Martha Lucía Castañeda Moreno
Orlando Cárdenas Burbano
Autores

Sandra Marcela Sepúlveda Ortega
Manuel Antonio Gómez Vega
John Jairo Machado Muñoz
Clara Inés Valderrama Mendoza
Camila De Zubiría
Corrección de texto y estilo

Carlos Andrés Acero Rodríguez
Jaime Alberto Félix Erazo
Diseño y diagramación

Banco de imágenes de la UPRA
Fotografías cedidas por Erika Lothes Bernal
Fotografías cedidas por Darío Camacho Fernández
Fotografías cedidas por Juan Camilo Rodríguez Chaparro
Fotografías cedidas por el Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural
Fotografías

Este documento es propiedad de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) y de la Empresa de Transformación Agraria S. A., sucursal Colombia. Solo se permite su reproducción parcial, cuando no se use con fines comerciales. Cítese así: Flechas, E.; Conde, A.; Alfaro, C.; Cruz, H.; García, J.; Bettin, L.; Castañeda, M. y Cárdenas, O. (2018). *Manual de normas técnicas básicas para la realización de proyectos de adecuación de tierras*. Bogotá: UPRA.

Elaborado en 2015.

ISBN: en trámite.

© UPRA, 2018

Tabla de contenido

LISTA DE SIGLAS	14
PALABRAS CLAVE	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO 1. DEFINICIONES	18
CAPÍTULO 2. GENERALIDADES	26
2.1. ANTECEDENTES	26
2.2. MARCO JURÍDICO	27
2.3. MARCO NORMATIVO	28
2.3.1. En materia de adecuación de tierras	28
2.3.2. En materia ambiental	29
2.4. OBJETO DEL MANUAL	31
2.5. APLICACIÓN DEL MANUAL	31
2.6. ENFOQUE DE LOS PROYECTOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS	31
2.7. PROCESO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS	32
2.7.1. Etapa de preinversión	32
2.7.1.1. Subetapa de identificación	33
2.7.1.2. Subetapa de prefactibilidad	34
2.7.1.3. Subetapa de factibilidad	34
2.7.1.4. Subetapa de diseño	35
2.7.2. Etapa de inversión	36
2.7.3. Etapa de administración, operación, mantenimiento y manejo integral (AOMMI)	36
2.7.4. Etapa de evaluación ex post	36
2.8. PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES DISCIPLINAS EN EL PROCESO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS	37
2.9. VIGENCIA Y VALIDEZ DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS	40
2.10. PROYECTOS DE PROPÓSITO MÚLTIPLE	40
CAPÍTULO 3. ETAPA DE PREINVERSIÓN, SUBETAPA DE IDENTIFICACIÓN	42
3.1. INFORMACIÓN BÁSICA	42
3.1.1. Recopilación y análisis de información	42
3.1.1.1. Cartografía	43
3.1.1.2. Demografía	44
3.1.1.3. Información espacial	44
3.1.1.4. Político institucional	44
3.1.1.5. Catastral	44
3.1.1.6. Suelos	44
3.1.1.7. Climatología, meteorología e hidrología	44
3.1.1.8. Estudios locales y regionales	46
3.1.1.9. Productividad agropecuaria	46
3.1.1.10. Mercado	46
3.1.2. Tipo y características del proyecto y población beneficiada	46
3.1.2.1. Definición del problema o necesidad y del proyecto como respuesta o solución	46

3.1.2.2. Límites del proyecto	46
3.1.2.3. Condiciones de topografía y suelos	47
3.1.2.4. Situación de las condiciones sociales y de organización de los beneficiarios del proyecto.	47
3.1.2.5. Disponibilidad de agua	47
3.1.2.6. Zonas inundables o con problemas de drenaje	47
3.1.2.7. Situación agropecuaria	47
3.1.3. Situación ambiental	48
3.1.3.2. Restricciones ambientales y características generales.	48
3.2. PERFIL DEL PROYECTO	49
3.3. PLANEACIÓN	49
3.3.1. Mercado	50
3.3.2. Aspectos técnicos	50
3.3.2.1 Área por beneficiar	50
3.3.3. Origen de la iniciativa y mecanismos de financiación	51
3.3.3.1. Mecanismo de financiación de asociaciones público-privadas (APP)	51
3.3.3.2. Mecanismo de financiación estatal directa	51
3.3.3.3. Gestión integral del proyecto	52
3.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: VIABILIDAD DE LA SEGUNDA SUBETAPA	52
3.5. RECOMENDACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ADICIONAL	52
3.6. INFORME DE IDENTIFICACIÓN	52
CAPÍTULO 4. ETAPA DE PREINVERSIÓN, SUBETAPA DE PREFACTIBILIDAD.	56
4.1. PROYECTOS QUE DEBEN SURTIR ESTA SUBETAPA	56
4.2. ESTUDIOS QUE SE DESARROLLARÁN	56
4.2.1. Estudios básicos	57
4.2.1.1. Cartografía (restitución)	57
4.2.1.2. Geología	58
4.2.1.3. Geomorfología	58
4.2.1.4. Geotecnia general	58
4.2.1.5. Riesgo sísmico	58
4.2.1.6. Hidrología	58
4.2.1.7. Sedimentología	62
4.2.1.8. Cuencas hidrográficas	62
4.2.1.9. Estudios hidrogeológicos	62
4.2.1.10. Climatología y meteorología	62
4.2.1.11. Agrología	64
4.2.1.12. Situación agropecuaria actual	64
4.2.1.13. Situación actual de ingeniería.	65
4.2.1.14. Mercado	65
4.2.1.15. Situación ambiental de la zona de estudio	67
4.2.1.16. Situación de las condiciones sociales y organización de los beneficiarios del proyecto.	68
4.2.1.17. Potencialidad y organización	70
4.2.1.18. Diagnóstico de la situación actual del área.	70
4.2.1.19. Área de estudio para factibilidad	70
4.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.	71
4.3.1. Mercados	71
4.3.2. Alternativas de desarrollo agropecuario.	72
4.3.2.1. Fincas tipo	72
4.3.2.2. Patrones de cultivo	72
4.3.2.3. Rendimientos	73
4.3.2.4. Áreas por cultivo	73
4.3.2.5. Entrada de áreas	75
4.3.2.6. Desarrollo del hato, patrones pecuarios	75
4.3.2.7. Volúmenes y valor de la producción agropecuaria	75

4.3.2.8. Demanda de mano de obra	75
4.3.2.9. Demanda de maquinaria agrícola	76
4.3.2.10. Requerimientos de riego	76
4.3.3. Plan de ingeniería	76
4.3.4. Predimensionamiento de las obras	76
4.3.4.1. Captación	77
4.3.4.2. Sistemas de bombeo	77
4.3.4.3. Obras de retención de sedimentos	77
4.3.4.4. Embalses	77
4.3.4.5. Fuentes subterráneas de abastecimiento	78
4.3.4.6. Sistema de riego	78
4.3.4.7. Sistema de drenaje	78
4.3.4.8. Protección contra inundaciones	80
4.3.4.9. Demandas de agua	80
4.3.4.10. Suministro de agua	80
4.3.5. Servicios complementarios	80
4.3.6. Estimación preliminar de costos	80
4.4. MECANISMOS DE FINANCIACIÓN	80
4.5. GESTIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO	81
4.6. ANÁLISIS FINANCIERO DE FINCAS TIPO	81
4.6.1. Parámetros	82
4.6.2. Variables básicas	83
4.7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO	85
4.7.1. Situación sin proyecto o situación actual	86
4.7.2. Situación con proyecto	86
4.7.3. Indicadores	88
4.8. INFORME DE PREFACTIBILIDAD	90
CAPÍTULO 5. ETAPA DE PREINVERSIÓN, SUBETAPA DE FACTIBILIDAD	92
5.1. ESTUDIOS BÁSICOS	92
5.1.1. Recopilación y análisis de la información existente	92
5.1.2. Agrología	93
5.1.3. Cartografía (restitución)	95
5.1.4. Topografía	99
5.1.4.1. Proyectos de pequeña escala	99
5.1.4.2. Proyectos de mediana y gran escala	101
5.1.5 Geología	105
5.1.6. Geomorfología	106
5.1.7. Geotecnia	107
5.1.7.1 Proyectos de pequeña escala	107
5.1.7.2 Proyectos de mediana y gran escala	108
5.1.8. Sismología	109
5.1.9. Climatología y meteorología	110
5.1.10. Hidrología	112
5.1.11. Sedimentología	114
5.1.12. Freatimetría	114
5.1.13. Suministro de agua	114
5.1.14. Cuencas hidrográficas	115
5.1.15. Acuíferos subterráneos	115
5.1.16. Estudios sociales y organizacionales	116
5.1.16.1. Demografía	116
5.1.16.2. Servicios, transporte y vías en las unidades territoriales	116
5.1.16.3. Organización social	116
5.1.16.4. Sistema político institucional	116

5.1.16.5. Asentamientos arqueológicos	117
5.1.16.6. Ordenamiento social de la propiedad	117
5.1.17. Potencial social y organizativo de los beneficiarios	117
5.1.18. Información catastral	117
5.1.19. Situación agropecuaria actual	118
5.1.20. Mercado	119
5.1.21. Situación actual de ingeniería	120
5.2. DIAGNÓSTICO	121
5.3. PLANEACIÓN	122
5.3.1. Estudio de mercado	122
5.3.1.1. Recopilación de información	124
5.3.1.2. Análisis de la producción	124
5.3.1.3. Análisis del consumo o de la demanda	125
5.3.1.4. Análisis de los precios	125
5.3.1.5. Análisis de la comercialización	125
5.3.1.6. Recomendaciones sobre el mercadeo	125
5.3.2. Plan agropecuario	125
5.3.2.1. Componentes de apoyo	126
5.3.2.2. Componentes del plan	127
5.3.3. Demandas de agua para riego	130
5.3.4. Plan de ingeniería	131
5.3.5. Plan de organización y capacitación de los usuarios	138
5.3.6. Plan de organización del proyecto	138
5.3.7. Aspectos ambientales	140
5.3.8. Costos totales del proyecto	144
5.4. EVALUACIÓN	145
5.4.1. Costos totales del proyecto	145
5.4.2. Evaluación del proyecto	145
5.4.2.1. Evaluación financiera del proyecto	145
5.4.2.2. Análisis financiero de fincas tipo	150
5.4.2.3. Evaluación económica del proyecto	156
5.4.2.4. Evaluación de los beneficios sociales	161
5.4.3. Flujo de fondos a percibir por la asociación de usuarios	162
5.4.4. Requerimiento y escalamiento de las inversiones del proyecto	162
5.4.5. Recuperación de inversiones	162
5.4.6. Mecanismos de financiación	162
5.4.7. Gestión integral	164
5.5. ESCOGENCIA DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE	164
5.5.1. Alternativa escogida	164
5.5.2. Plan de organización del proyecto	164
5.5.3. Requerimientos financieros del proyecto	164
5.5.4. Análisis financiero para el organismo ejecutor y para el proyecto de adecuación de tierras	164
5.6. FIRMA DEL ACTA DE COMPROMISO	164
5.7. INFORME DE FACTIBILIDAD	164
CAPÍTULO 6. ETAPA DE PREINVERSIÓN, SUBETAPA DE DISEÑO	172
6.1. DISEÑOS DETALLADOS PARA PROYECTOS DE PEQUEÑA ESCALA	172
6.1.1. Estudios básicos	174
6.1.1.1. Topografía	174
6.1.1.2. Geotecnia	174
6.1.1.3. Plan agropecuario	174
6.1.1.4. Actualización del estudio	175
6.1.2. Diseño detallado de las obras	175
6.1.2.1. Obras de captación	175

6.1.2.2. Red de conducción y distribución	177
6.1.2.3. Sistema de drenaje	178
6.1.2.4. Obras de adecuación predial	178
6.1.2.5. Otras obras constitutivas del proyecto	179
6.1.2.6. Componente geoespacial	179
6.1.2.7. Presupuesto de las obras	189
6.1.2.8. Programación de las obras e inversiones	189
6.1.2.9. Manual de administración	190
6.1.2.10. Organización para la ejecución de las obras	191
6.1.2.11. Organización para la operación del proyecto	191
6.1.2.12. Tarifas de riego y drenaje	192
6.1.2.13. Requerimientos financieros del proyecto	192
6.1.2.14. Recuperación de inversiones	192
6.1.2.15. Requerimientos financieros de los beneficiarios	192
6.1.2.16. Requerimientos de servidumbre	192
6.1.3. Aspectos ambientales	192
6.1.4. Evaluación	194
6.1.5. Definición de indicadores de estado y creación de base de datos dinámica	194
6.1.6. Definición de las posibles fuentes de financiamiento para inversión	195
6.1.7. Selección del organismo ejecutor	195
6.1.8. Gestión integral	195
6.1.9. Gestión social y organizacional	196
6.1.9.1. Planes para la gestión social y organización	196
6.1.9.2. Plan de acompañamiento para la organización	196
6.1.9.3. Plan de acompañamiento para la capacitación de los beneficiarios o futuros usuarios	196
6.1.10. Concepto de viabilidad	197
6.1.11. Pliegos de condiciones para la construcción	197
6.1.12. Firma del acta final de compromiso	197
6.2. DISEÑOS DETALLADOS PARA PROYECTOS	197
6.2.1. Estudios básicos	198
6.2.1.1. Topografía	198
6.2.1.2. Actualización catastral	198
6.2.1.3. Hidrología y meteorología	199
6.2.1.4. Freatimetría	200
6.2.1.5. Sedimentología	200
6.2.1.6. Geología	200
6.2.1.7. Sismología	201
6.2.1.8. Geomorfología	202
6.2.1.9. Geotecnia	202
6.2.1.10. Actualización del plan agropecuario	202
6.2.1.11. Actualización del estudio de mercadeo	203
6.2.1.12. Materiales de construcción	203
6.2.2. Diseño detallado de las obras	204
6.2.2.1. Obras de captación para riego	204
6.2.2.2. Red de conducción y distribución	206
6.2.2.3. Obras de adecuación predial	207
6.2.2.4. Sistemas de drenaje	207
6.2.2.5. Protección contra inundaciones	207
6.2.2.6. Otras obras de infraestructura y equipos	207
6.2.2.7. Componente geoespacial	210
6.2.2.8. Diseño de las parcelas demostrativas	220
6.2.2.9. Adquisición de zonas para las obras	221
6.2.2.10. Presupuesto de las obras	225

6.2.2.11. Programación de las obras e inversiones	226
6.2.2.12. Manual de administración operación y mantenimiento	226
6.2.3. Aspectos ambientales.	227
6.2.4. Planeación.	232
6.2.4.1. Plan de organización y capacitación de los beneficiarios o futuros usuarios	232
6.2.4.2. Plan de organización del proyecto	233
6.2.4.3. Requerimientos financieros del proyecto	233
6.2.4.4. Recuperación de inversiones.	234
6.2.5. Evaluación financiera y económica del proyecto.	234
6.2.6. Requerimientos financieros de los beneficiarios	235
6.2.7. Concepto de factibilidad	235
6.2.7.1. Tarifas de riego y drenaje	235
6.2.7.2. Requerimientos financieros del proyecto	235
6.2.7.3. Recuperación de inversiones.	235
6.2.8. Pliegos de condiciones para la construcción.	235
6.2.9. Firma del acta de compromiso.	236
6.3. INFORME DE DISEÑO	236
CAPÍTULO 7. ETAPA DE INVERSIÓN.	240
7.1. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA	240
7.1.1. Condiciones normativas e institucionales	240
7.1.2. Fase de preconstrucción	240
7.1.2.1. Licencia ambiental y otros permisos	241
7.1.2.2. Actualización del plan agropecuario	243
7.1.2.3. Actualización del estudio de mercado y del plan o estrategia de comercialización.	243
7.1.2.4. Actualización de tarifas de riego y drenaje	243
7.1.2.5. Acta de compromiso y pagarés para iniciar la construcción	244
7.1.2.6. Adquisición de predios y pago de mejoras requeridas para la construcción de las obras	244
7.1.2.7. Revisión y validación de los diseños de las obras.	244
7.1.3. Especificaciones técnicas básicas para la construcción.	245
7.1.3.1. Generalidades.	245
7.1.3.2. Adherencia a planos y especificaciones de construcción	245
7.1.3.3. Calidad de los materiales y productos	245
7.1.3.4. Control de calidad de materiales y productos.	245
7.1.4. Aspectos particulares por considerar durante la construcción	246
7.1.4.1. Organización para la construcción	246
7.1.4.2. Aseguramiento de la calidad	247
7.1.4.3. Contratación de personal.	247
7.1.4.4. Replanteo de las obras	247
7.1.4.5. Plan de manejo ambiental (PMA).	247
7.1.4.6. Manejo de aguas durante la construcción.	248
7.1.4.7. Programa de construcción	248
7.1.4.8. Seguridad industrial	249
7.1.4.9. Subcontrataciones	250
7.1.5. Trámite y obtención de recursos para el financiamiento de las inversiones y para el capital de trabajo	250
7.1.6. Gestión para las cadenas productivas.	251
7.1.7. Desarrollo empresarial	252
7.1.8. Puesta en marcha del proyecto	252
7.2. REHABILITACIÓN.	253
7.2.1. Definiciones	253
7.2.2. Objetivo	253
7.2.3. Clasificación por tamaño	253
7.2.4. Requisitos básicos que deben cumplirse.	254
7.2.4.1. El acta de compromiso y pagarés para iniciar la construcción	254

7.2.4.2. Concesiones o permisos ambientales	254
7.2.5. Estudios y diseños requeridos.	254
7.2.5.1. Estudios básicos.	254
7.2.5.2. Diagnóstico.	254
7.2.5.3. Plan agropecuario	257
7.2.5.4. Alternativas del plan de ingeniería.	258
7.2.5.5. Requerimientos ambientales	258
7.2.5.6. Diseño detallado de las obras	258
7.2.5.7. Evaluación de las inversiones	259
7.2.6. Aspectos particulares por considerar durante la construcción de las obras de rehabilitación	263
7.2.6.1. Organización para la ejecución de las obras	263
7.2.6.2. Aseguramiento de la calidad	263
7.2.6.3. Contratación de personal.	263
7.2.6.4. Plan de manejo ambiental (PMA).	263
7.2.6.5. Manejo de aguas durante la construcción.	263
7.2.6.6. Programa de construcción	263
7.2.6.7. Seguridad industrial	263
7.2.6.8. Subcontrataciones	264
7.3. AMPLIACIÓN	264
7.3.1. Estudio de factibilidad	264
7.3.2. Diseños detallados	264
7.3.3. Requisitos básicos que deben cumplirse.	264
7.3.3.1. Acta de compromiso y pagarés para iniciar la construcción	264
7.3.3.2. Concesiones o permisos ambientales	264
7.3.4. Aspectos particulares por considerar durante la ampliación.	266
7.4. COMPLEMENTACIÓN O MODERNIZACIÓN	266
7.4.1. Definiciones	266
7.4.2. Objetivo	266
7.4.3. Requisitos básicos que deben cumplirse.	266
7.4.3.1. Acta de compromiso y pagarés para iniciar la construcción	266
7.4.3.2. Concesiones o permisos ambientales	266
7.4.4. Estudios y diseños requeridos.	267
7.4.4.1. Estudios básicos.	267
7.4.4.2. Diagnóstico.	267
7.4.4.3. Plan agropecuario	267
7.4.4.4. Plan de ingeniería	268
7.4.4.5. Requerimientos ambientales	268
7.4.4.6. Diseño detallado de las obras	268
7.4.4.7. Evaluación de las inversiones	268
7.4.5. Aspectos particulares que se deben considerar durante la complementación o modernización.	268
7.5. EJECUCIÓN DE PROGRAMAS ASOCIADOS	269
7.5.1. Plan de acompañamiento	269
7.5.1.1. Fortalecimiento de la organización	269
7.5.1.2. Área de administración, operación y mantenimiento	270
7.5.1.3. Área de manejo ambiental.	271
7.5.1.4. Coordinación institucional	272

7.5.2. Transferencia de tecnología	272
7.6. INTERVENTORÍA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	274
7.6.1. Consideraciones generales	274
7.6.2. Objetivo de la interventoría	274
7.6.3. Funciones del interventor	277
CAPÍTULO 8. ETAPA DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO INTEGRAL	278
8.1. PRESTACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO	279
8.1.1. Administración	280
8.1.1.1. Organización para la administración, operación y mantenimiento	280
8.1.1.2 Funciones por dependencia en proyectos de pequeña escala	283
8.1.1.3 Funciones por dependencia en proyectos de mediana y gran escala	288
8.1.1.4 Procedimientos para la ejecución de labores administrativas	300
8.1.2. Operación	303
8.1.2.1 Planeación y programación del servicio	303
8.1.2.2 Operación de las obras	306
8.1.3. Mantenimiento	306
8.1.3.1 Inspección de las obras de infraestructura	307
8.1.3.2 Ejecución y control de actividades de mantenimiento	311
8.1.3.3 Mantenimiento rutinario y reparaciones de la maquinaria y equipo	314
8.2. MANEJO INTEGRAL	314
8.2.1. Actividades ambientales	314
8.2.2. Desarrollo empresarial del proyecto	315
8.2.2.1 Objetivo general	315
8.2.2.2 Población beneficiaria	316
8.2.2.3 Actividades por desarrollar	316
8.2.2.4 Fortalecimiento y gestión de la asociación de usuarios	316
8.2.2.5 Servicios complementarios	317
CAPÍTULO 9. ETAPA DE EVALUACIÓN EX POST	318
9.1. MARCO GENERAL	320
9.1.1. Esquema de la evaluación ex post	320
9.1.2. Marco lógico	320
9.1.3. Criterios de evaluación	322
9.2. EVALUACIÓN EX POST	323
9.2.1. Impacto y desempeño	323
9.2.1.1 Impacto	323
9.2.1.2 Desempeño	324
9.2.2. Medición de los resultados e impactos del proyecto	324
9.3. ÉXITO O FRACASO	325
9.4. ANÁLISIS	327
9.5. EVALUACIÓN	327
9.6. INFORME DE EVALUACIÓN EX POST	327
9.7. PREGUNTAS DE EVALUACIÓN	328
BIBLIOGRAFÍA	330
ANEXOS	336

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	336
Normas ambientales	336
ANEXO B	350
Consulta previa.....	350
ANEXO C	364
Análisis de las competencias de la aplicabilidad de la «Manual de normas técnicas básicas para la realización de proyectos de adecuación de tierras» por parte de las autoridades nacionales y territoriales	364
CONCLUSIONES.....	369

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Profesionales y especialistas de proyectos de ADT	38
Cuadro 2. Competencias sobre licencias ambientales	68
Cuadro 3. Porcentajes de componente externo y componente nacional.....	86
Cuadro 4. Precisión horizontal y vertical: restituciones	98
Cuadro 5. Competencia y exigibilidad de licencias ambientales	141
Cuadro 6. Indicadores para el análisis de sensibilidad	150
Cuadro 7. Porcentajes de componente externo y nacional	159
Cuadro 8. Patrones de costos	160
Cuadro 9. Índices de variación para análisis de costos	161
Cuadro 10. Inversiones del proyecto	162
Cuadro 11. Formatos admitidos para el almacenamiento de la información geográfica.....	179
Cuadro 12. Ejemplo de cuadro para listar entidades.....	180
Cuadro 13. Ejemplo de cuadro para listar y caracterizar las entidades.....	181
Cuadro 14. Diccionario de datos con atributos mínimos para información predial	181
Cuadro 15. Diccionario de datos con atributos mínimos para información asociada a los beneficiarios de predios	182
Cuadro 16. Diccionario de datos con atributos mínimos del archivo de polígono que contiene la caracterización de suelo	182
Cuadro 17. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe tener el archivo de puntos con información de la localización de las observaciones de suelos.....	183
Cuadro 18. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con la caracterización general de las observaciones realizadas	183
Cuadro 19. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con información para los horizontes de suelo en cada una de las observaciones realizadas.....	184
Cuadro 20. Diccionario de datos con atributos mínimos para información asociada a los pozos de observación de freaticimetría	186
Cuadro 21. Atributos mínimos para almacenar referentes a los usuarios del distrito	187
Cuadro 22. Atributos mínimos asociados a la entidad «parcelas», que debe entregarse en formato Shapefile o GDB	187
Cuadro 23. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua mensuales por parcela de cultivo	188
Cuadro 24. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua decadales por parcela de cultivo	188
Cuadro 25. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua anuales por parcela de cultivo	188
Cuadro 26. Formatos admitidos para el almacenamiento de la información geográfica.....	211
Cuadro 27. Ejemplo de cuadro para listar entidades.....	211
Cuadro 28. Ejemplo de cuadro para listar y caracterizar las entidades.....	212
Cuadro 29. Diccionario de datos con atributos mínimos para información predial	212



Cuadro 30. Diccionario de datos con atributos mínimos para información asociada con los beneficiarios de predios	213
Cuadro 31. Diccionario de datos con atributos mínimos del archivo de polígonos que contiene la caracterización de las unidades de suelo	213
Cuadro 32. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe tener el archivo de puntos con información de la localización de las observaciones de suelos	214
Cuadro 33. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con la caracterización general de las observaciones realizadas	214
Cuadro 34. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con información para los horizontes de suelo en cada una de las observaciones realizadas.	216
Cuadro 35. Diccionario de datos con atributos mínimos para la información asociada a los pozos de observación de freaticimetría	216
Cuadro 36. Atributos mínimos para almacenar referentes a los usuarios del distrito	217
Cuadro 37. Atributos mínimos asociados a la entidad «parcelas», que debe entregarse en formato Shapefile o GDB	218
Cuadro 38. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua mensuales por parcela de cultivo	218
Cuadro 39. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua decadales por parcela de cultivo	219
Cuadro 40. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua anuales por parcela de cultivo	219
Cuadro 41. Competencias sobre licencias ambientales	227
Cuadro 42. Listado de permisos, concesiones o autorizaciones.	242
Cuadro 43. Modificación de la licencia ambiental	265
Cuadro 44. Requisitos mínimos de formación académica y experiencia para los cargos de la AOM	289
Cuadro 45. Periodicidad mínima del plan de inspección de las obras	307
Cuadro 46. Aspectos por comprobar en la inspección.	308
Cuadro 47. Labores principales de mantenimiento de la infraestructura de un proyecto de adecuación de tierras	311
Cuadro 48. Estructura del marco lógico	321
Cuadro 49. Criterios de evaluación ex post para proyectos de adecuación de tierras	322
Cuadro 50. Calificación sobre el logro de los diferentes criterios e indicadores	326

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura orgánica para la AOM de proyectos de pequeña escala	281
Figura 2. Estructura orgánica para la AOM de proyectos de mediana y gran escala.	282

Lista de siglas

ADR:	Agencia de Desarrollo Rural
ADT:	Adecuación de tierras
ANLA:	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANT:	Agencia Nacional de Tierras
ART:	Agencia de Renovación del Territorio
AOM:	Administración, operación y mantenimiento
AOMMI:	Administración, operación, mantenimiento y manejo integral
Consuat:	Consejo Superior de Adecuación de Tierras
CONPES:	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DAA:	Diagnóstico ambiental de alternativas
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EIA:	Estudio de impacto ambiental
Finagro:	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
Federriego:	Federación Nacional de Usuarios de Distritos de Adecuación de Tierras
Fonat:	Fondo Nacional de Adecuación de Tierras
Fonade:	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo
Himat:	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAT:	Instituto Nacional de Adecuación de Tierras
Incoder:	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
LCI:	Lineamientos, criterios e instrumentos
MADS:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
PMA:	Pan de manejo ambiental
R B/C:	Relación beneficio-costo
Retie:	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
RPS:	Razón de precio social
Sigot:	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional
SIPRA	Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria
TIR:	Tasa interna de retorno
VPN:	Valor presente neto
UAF:	Unidad agrícola familiar
UPRA:	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Palabras clave

Actualización
Adecuación de tierras
Administración
Operación y mantenimiento
Agrología
Ampliación
Cartografía
Climatología y meteorología
Complementación
Construcción
Protección contra inundaciones
Drenaje
Evaluación económica
Evaluación ex post
Freatimetría
Geología
Geomorfología
Geotecnia
Gestión integral
Gestión social
Hidráulica
Hidrología
Interventoría
Manejo integral
Manual de normas técnicas básicas
Mercado
Modernización
Rehabilitación
Riego
Sedimentología
Sismología
Topografía





Introducción

En desarrollo del Convenio Marco de Cooperación Internacional 179 de 2015, celebrado entre la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Empresa de Transformación Agraria S. A. y Tecnologías y Servicios Agrarios S. A., con sus respectivas sucursales en Colombia, se ejecuta mediante el Convenio de Asociación 252 de 2015 la «Actualización del manual de normas técnicas básicas para proyectos de adecuación de tierras» elaborado por el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT) en septiembre de 1997 y actualizado por primera vez en julio de 2008 por el organismo ejecutor público Incoder como documento D3-PM-DPE-01.

La UPRA, como unidad administrativa especial de carácter técnico y especializado adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno colombiano, tiene por objeto producir criterios técnicos, lineamientos e indicadores y crear los instrumentos para la planificación del uso eficiente del suelo, la adecuación de tierras y el

ordenamiento productivo. Como actividad identificada dentro de estos objetivos específicos se encuentra el desarrollo de instrumentos para la planificación del uso eficiente del suelo, y una estrategia para lograrlo es la actualización del presente manual.

El subsector de adecuación de tierras, en el actual contexto, recibe directrices y lineamientos procedentes de instancias nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y los documentos de la UPRA. Estas grandes líneas han orientado el trabajo de la actualización del manual; en este sentido, se han considerado los lineamientos, criterios e instrumentos (LCI) generados por la Dirección de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras de la UPRA, así como la concepción del proceso de adecuación de tierras, el cual involucra las etapas de preinversión, inversión, administración, operación, mantenimiento y manejo integral y evaluación ex post, que pretenden dar un enfoque integral de la concepción de los proyectos de



adecuación de tierras, desde la identificación hasta la evaluación ex post, para aquellos proyectos existentes y que se encuentran en operación.

La etapa de preinversión considera las subetapas de identificación, prefactibilidad, factibilidad y diseño. La etapa de inversión considera la construcción de obras en proyectos nuevos, así como las de rehabilitación, ampliación, complementación, modernización y ejecución de programas asociados en proyectos existentes. La etapa de AOMMI contempla las fases de manejo integral y de prestación del servicio público. La etapa de evaluación ex post considera las fases de impacto y desempeño, así como el éxito o fracaso del proyecto.

El presente «Manual de normas técnicas básicas para proyectos de adecuación de tierras» incorpora la normatividad técnica vigente, la institucionalidad actual, los conceptos de uso eficiente de los recursos, en especial

agua y suelo, y el concepto integral de la adecuación de tierras; asegura la evaluación detallada y progresiva de las condiciones y problemas de la zona, y la definición de las obras, programas y actividades requeridas para la ejecución del proyecto y su éxito final.

No solo contempla la construcción de infraestructura para riego, drenaje y protección contra inundaciones, sino que considera la necesidad de servicios y programas en la etapa productiva de AOMMI, que permiten lograr los objetivos de desarrollo rural integral y la seguridad y soberanía alimentaria. Asimismo, enmarca y establece el paso a paso aplicable al estudio y desarrollo de obras de adecuación de tierras, de tal forma que permite la modernización de los mecanismos utilizados para este fin, a la luz de una evaluación integral, con el fin de mejorar la actividad del servicio público de adecuación de tierras, propendiendo por la eficiencia de la actividad del Estado y por la utilización adecuada de los fondos públicos.



Capítulo 1. Definiciones

Adecuación de tierras

De conformidad con la Ley 41 de 1993, se entiende por adecuación de tierras (ADT) la construcción de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones, con el propósito de aumentar la productividad del sector agropecuario. La adecuación de tierras es un servicio público.

El concepto propuesto por el equipo de Adecuación de Tierras de la UPRA es el siguiente: servicio público que contribuye al desarrollo rural, mediante la construcción de infraestructura física para riego, drenaje y protección contra inundaciones, con acciones complementarias para mejorar la productividad, los ingresos de los productores y sus condiciones de vida a través de un manejo integral, eficiente y sostenible de los recursos que coexisten en un territorio (Forero *et al.*, 2018).

Administración del distrito

Conjunto de actividades cuyo propósito principal es proporcionar apoyo integral a la operación y conservación del distrito. Comprende, como mínimo, los siguientes aspectos: planeación, ejecución, organización, dirección, evaluación y control de los recursos humanos, físicos y financieros.

Agencia de Desarrollo Rural (ADR)

Entidad creada mediante el Decreto 2364 de 2015 como una agencia estatal de naturaleza especial del sector descentralizado de la Rama Ejecutiva del orden nacional, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, técnica y financiera, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Agenda de servicios complementarios

Conjunto de programas, proyectos y actividades elaborados de acuerdo con las necesidades y expectativas de los posibles beneficiarios y de la oferta institucional existente en la zona del proyecto, el cual conforma un servicio complementario a las inversiones en infraestructura de un distrito de adecuación de tierras, e incorpora, entre otras, actividades de investigación, asistencia técnica, transferencia de tecnología, capacitación, provisión de insumos, acceso a crédito, infraestructura y servicios para la comercialización (Forero *et al.*, 2018).

Agricultura familiar

Aquella cuyo uso prioritario es la fuerza de trabajo familiar con acceso limitado a los recursos de tierra



Foto: Archivo UPRA

y capital, así como uso de múltiples estrategias de supervivencia y generación de ingresos. Hay una heterogénea articulación con los mercados de productos y factores, además de un acceso y uso de diferentes agroecosistemas (CAN, 2011).

Agricultura campesina, familiar y comunitaria

Sistema de producción y organización en el que se desarrollan principalmente actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y servicios agrícolas, pecuarios, pesqueros, acuícolas y silvícolas, que suelen complementarse con actividades no agropecuarias (Resolución 464 de 2017).

Asociación de usuarios

Según la Ley 41 de 1993, los usuarios de un distrito de adecuación de tierras (DAT) estarán organizados, para efectos de la representación, manejo y administración del distrito, bajo la denominación de asociación de usuarios. Todo usuario de un distrito de adecuación de tierras adquiere la calidad de afiliado de la respectiva asociación y, por lo mismo, le obligan los reglamentos y demás disposiciones que se apliquen a dichos organismos y a sus miembros (art. 20).

Sumado a lo anterior, se trata de una «organización de usuarios sin ánimo de lucro, creada para la representación, manejo, administración, gestión y articulación de acciones en el área del distrito de adecuación de tierras para beneficio de sus afiliados» (Ley 41 de 1993; Forero *et al.*, 2018).

Banco de proyectos de desarrollo agropecuario y rural

Sistema que contiene los proyectos que estructuran, entre otras, la Agencia de Desarrollo Rural (ADR), las entidades territoriales, las instancias de integración territorial y las organizaciones sociales, comunitarias y productivas rurales. Aquellos proyectos serán financiados por el Fondo Nacional de Adecuación de Tierras (Fonat) y demás instancias establecidas en la norma vigente Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015 (Decreto 2364, art. 4, numeral 16).

Clasificación de los beneficiarios de inversiones en adecuación de tierras

La Ley 607 de 2000 clasifica los beneficiarios o poseedores de cada predio ubicado en el área de influencia de un proyecto de adecuación de tierras para el cálculo de la cuota con que deben contribuir a la recuperación de las inversiones públicas de la siguiente manera (Acuerdo 191 de 2009):

- Pequeño productor: aquel que posea una extensión que no supere el tamaño de dos unidades agrícolas familiares (UAF).
- Mediano productor: aquel que posea una extensión mayor a dos UAF y menor o igual a cinco UAF.
- Gran productor: aquel que posea una extensión mayor a cinco UAF.

Concesión de aguas para riego

Permiso dado por la entidad competente para el uso del agua, de una fuente específica. En los casos de los distritos de adecuación de tierras, la Ley 41 de 1993 establece que se le otorga a quienes vayan a actuar como administradores.

Conservación del distrito

Conjunto de actividades tendientes a sostener, en condiciones óptimas de servicio y funcionamiento, la infraestructura, sus instalaciones, equipos y maquinaria para proporcionar un servicio oportuno y eficaz en las áreas de riego, drenaje y protección contra inundaciones, con la finalidad de sostener o incrementar la producción agropecuaria sin deterioro.

Desarrollo rural integral

El desarrollo rural integral tiene como fin mejorar las condiciones de vida de los habitantes del territorio rural y permitir la cohesión social y económica en su territorio, lo que implica la generación de empleo, el incremento de los niveles de ingreso con el aumento de la competitividad, el desarrollo del capital humano y la integración de la población. Propende por la conservación del medio ambiente y por el hecho de que se le otorgue al territorio la infraestructura y los servicios básicos y complementarios necesarios (Forero *et al.*, 2018).

Diagnóstico ambiental de alternativas

Aquel cuyo objeto es «suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad».

Distrito de adecuación de tierras

Delimitación del área de influencia de las obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones, con el propósito de elevar la productividad agropecuaria (Ley 41 de 1993).

Enfoque territorial

Orientación que considera las interacciones entre los diferentes componentes de un sistema —social, ambiental,

político, económico y cultural— y que, por tanto, es incluyente y promotor de procesos que favorecen el acceso de los factores de producción, el desarrollo de capacidades o de capital social, los mercados, el fortalecimiento de la participación y de la calidad de vida de la población rural y la preservación de los recursos naturales, entre otros elementos (Sepúlveda, 2008; Massiris, 2015).

El enfoque de desarrollo territorial busca integrar los tres atributos geográficos del desarrollo en un esquema de intervención en áreas de desarrollo rural: la proximidad geográfica, la densidad económico-social y la articulación político-institucional (OIM e Incoder, 2011).

Estudio de impacto ambiental (EIA)

Instrumento para la toma de decisiones y para la planificación ambiental exigido por la autoridad ambiental, en el cual se definen las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los posibles impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad. Se exige en todos los casos que se requieran licencias ambientales de acuerdo con la ley y los reglamentos. El EIA debe corresponder en su contenido y profundidad a las características del proyecto, obra o actividad (Decreto 2041 de 2014).

Etapas

Periodo o parte diferenciada en que se divide el desarrollo de un proceso.

Etapas de inversión

Consiste en la adquisición de predios, la ejecución de las obras de adecuación de tierras, la adquisición e instalación de los equipos necesarios para la prestación del servicio público de adecuación de tierras, la construcción de vías de acceso y la puesta en marcha del proyecto.

La ejecución de las obras podrá adelantarse en las modalidades de construcción de distritos, recuperación de la infraestructura de riego de la economía campesina, familiar y comunitaria y, en general, del sector agropecuario, rehabilitación, ampliación, optimización, complementación o modernización de distritos existentes.

Etapas de operación

Incluye la prestación del servicio público y el manejo integral del distrito de adecuación de tierras, que comprende la administración, operación y conservación del mismo.

Etapas de preinversión

Elaboración de los estudios técnicos, económicos, jurídicos, financieros, sociales y ambientales, para definir



la viabilidad del proyecto de adecuación de tierras. Comprende las siguientes subetapas: identificación, prefactibilidad, factibilidad y diseños detallados.

Etapa de seguimiento y evaluación

Procedimiento metodológico, ordenado y sistemático para determinar la pertinencia, eficiencia, eficacia e impacto de las actividades realizadas dentro del proceso de adecuación de tierras.

Evaluación económica

Evaluación de la conveniencia que, para la economía en su conjunto, implica la realización del proyecto; se determina mediante la comparación de los beneficios netos (beneficios totales menos costos de inversión y operación) estimados en sus valores económicos (también llamados precios económicos, de cuenta, de eficiencia o precios sombra) que se producirían en caso de que se lleve a cabo el proyecto, en relación con los beneficios netos que se producirían en la misma zona sin que se realice el proyecto (situación sin proyecto). La diferencia representa los beneficios (o costos) netos incrementales para la sociedad en su conjunto, que se derivarían de la ejecución del proyecto.

Evaluación financiera

Evaluación, a precios financieros o de mercado, del beneficio neto incremental resultante de la comparación entre el valor de la mayor producción agropecuaria obtenida y los costos en que se incurra como consecuencia de la realización de las obras y los costos de las posibles medidas de respuesta ambiental; es decir, la valoración a precios constantes de las situaciones con y sin proyecto, durante la vida útil del mismo.

Para la evaluación financiera, se toma como referencia la situación actual de la economía local, regional, nacional e internacional en su conjunto, considerando que el desarrollo integral guarda relación directa con la inversión. Esto determina que mayores niveles de recursos asignados reporten mayores índices de crecimiento y, además, que la capacidad de crecimiento de una economía no dependa exclusivamente de la dimensión de la inversión, sino en gran medida de la calidad de esta y la redistribución de los beneficios que se generen.

Fondo Nacional de Adecuación de Tierras (Fonat)

Cuenta separada en el presupuesto del Incoder (o quien haga sus veces), cuyo objeto es financiar la ejecución de los proyectos de adecuación de tierras (Decreto 10 71 de 2015).

Interventoría

Control de la ejecución de los proyectos (estudios, diseños y construcción de las obras), en los siguientes aspectos:

técnico, administrativo, financiero, legal y ambiental, conforme a lo estipulado para ello. En relación con este manual, la interventoría se aplica a la etapa de construcción de obras. Es importante destacar la necesidad de practicar correctamente la interventoría en aspectos ambientales (plan de manejo ambiental), tal como lo establece la ley.

Inversiones en ampliación o modernización

Aquellas que se realizan para extender las obras de infraestructura e instalar nuevos equipos mecánicos, electrónicos y electromecánicos, con el fin de incorporar nuevas áreas a la producción con riego, drenaje o protección contra inundaciones (Acuerdo 191 de 2009).

Inversión en complementación

Aquellas que se realizan para completar o modernizar la totalidad o parte de la infraestructura, así como los equipos mecánicos, electrónicos y electromecánicos y las instalaciones existentes, en distritos cuyas obras quedaron inconclusas, con el fin de intensificar el uso de las tierras actualmente beneficiadas (Acuerdo 191 de 2009).

Inversiones en rehabilitación

Aquellas que se realizan para recuperar la totalidad o parte de la infraestructura, los equipos mecánicos, electrónicos, electromecánicos y las instalaciones existentes, para así mejorar su funcionamiento (Acuerdo 191 de 2009).

Licencia ambiental

Autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad. De acuerdo con la ley y los reglamentos, esta licencia permite que se puedan generar o alterar significativamente los recursos naturales renovables e introducir modificaciones considerables o notorias en el paisaje.

Para otorgar una licencia se exige el cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones, con el fin de prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada. La licencia ambiental se otorga por la vida útil del proyecto, obra o actividad, y cubre las fases de construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento, restauración final, abandono o terminación.

Manual

Instrumento que contiene en forma explícita, ordenada y sistemática la información sobre los objetivos, las políticas, las atribuciones, la organización y los procedimientos de los órganos de una institución, así como las instrucciones o acuerdos que se consideren

necesarios para la ejecución de un trabajo, teniendo como marco de referencia los objetivos de la institución.

Naturaleza de los distritos de adecuación de tierras

Teniendo en cuenta las necesidades o tipos de sistemas por adoptar para adecuar las tierras, los distritos de adecuación de tierras tienen la siguiente naturaleza:

- Distrito de riego: área beneficiada por las obras de infraestructura donde el componente principal es el riego, e incluye el drenaje como un complemento del sistema.
- Distrito de drenaje: área beneficiada por las obras de infraestructura donde el componente principal es el drenaje de las aguas, y no incluyen un componente del riego.
- Distrito de riego, drenaje y protección de inundaciones: área beneficiada por las obras de infraestructura que incluyen los componentes de riego, drenaje y protección contra inundaciones, para beneficiar total o parcialmente el área del distrito.
- Distrito de drenaje y protección contra inundaciones: área beneficiada por las obras de infraestructura que incluyen obras de adecuación para drenaje y protección contra inundaciones.

Operación del distrito

Conjunto de actividades cuyo objetivo es prestar el servicio de adecuación de tierras con especial énfasis en el uso oportuno, eficiente y eficaz del agua y del suelo, para mejorar la productividad y competitividad de los sistemas productivos agropecuarios.

Ordenamiento productivo

Proceso participativo de planificación multisectorial, de carácter técnico, administrativo y político, que busca contribuir al uso sostenible de los recursos en el territorio, con el propósito de mejorar la productividad agropecuaria, la seguridad alimentaria y la competitividad local, regional, nacional e internacional, bajo principios de responsabilidad social y sostenibilidad ambiental (Resolución 128 de 2017).

Ordenamiento social de la propiedad

Resultado del proceso de planificación participativo y multisectorial de carácter técnico, administrativo y político, el cual busca contribuir en la armonización de la gestión de los usos agropecuarios y la tenencia de la tierra rural, de manera que se mejore o se mantenga un adecuado equilibrio entre la producción agropecuaria (agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera), el uso eficiente del suelo, la distribución equitativa y la seguridad jurídica de la tenencia de la tierra, y la competitividad y la sostenibilidad social, ambiental y económica, de manera articulada con los instrumentos del ordenamiento territorial y desarrollo rural existentes en el territorio (Resolución 128 de 2017).

Organismo administrador

Persona jurídica, pública o privada que tiene a su cargo la administración, operación, mantenimiento y manejo de los distritos de adecuación de tierras (DAT).

Plan agropecuario

Planificación del uso que se le dará al proyecto una vez culminada su etapa de construcción, es decir, al iniciar su etapa de operación (distrito de adecuación de tierras). Debe ser elaborado con la activa participación de los productores a fin de asegurar que refleje la voluntad real de cambio por parte de los beneficiarios de las tierras. Asimismo, está orientado hacia el mejoramiento de las condiciones actuales, no solo teniendo en cuenta la adecuación de tierras con las obras propuestas, sino la utilización de nuevas y mejores tecnologías, acordes con los recursos humanos disponibles. Debe estar respaldado por componentes de apoyo que aseguren su viabilidad y aplicación; por lo tanto, se debe sustentar en mecanismos previstos sobre mercadeo y comercialización.

Plan de ingeniería

Plan que contiene la concepción básica, la descripción detallada y el cronograma de implementación de las obras que se ejecutarán para resolver el problema físico planteado para el manejo del agua y los suelos en el proyecto. Se adelanta con base en la identificación, planteamiento y análisis comparativo de las alternativas de cada uno de los componentes de las obras de adecuación de tierras y del conjunto de las mismas, en concordancia con el plan agropecuario y el plan de organización del proyecto.

Plan de manejo ambiental (PMA)

Aquel que establece de manera detallada las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo de indicadores ambientales en la cuenca aguas arriba y aguas abajo, así como los planes de contingencia. Forma parte del estudio de impacto ambiental cuando se requiera (Decreto 2041 de 2014).

Plan de organización del proyecto

Tomando como base la alternativa más atractiva para desarrollar el proyecto, se elabora un plan de organización para la ejecución de dicho proyecto en sus fases de preconstrucción, construcción y operación. El plan debe integrar los elementos contemplados en los estudios (agropecuario, de ingeniería, de manejo y contingencia ambiental, la organización de los usuarios) en las fases mencionadas. El plan de organización comprende, básicamente, los siguientes aspectos:

- Organización general.
- Organización para la ejecución de las obras.
- Organización para la administración, operación y mantenimiento del proyecto.
- Tarifas de riego y drenaje.

Plan de organización y capacitación de los usuarios

Planificación de la participación de los usuarios en la concepción, implementación y operación del proyecto con base en lo siguiente:

- Diseño y aplicación de una estructura participativa de la asociación, con elaboración o adecuación de estatutos propios.
- Creación y consolidación de los comités zonales, con planes de acción.
- Preparación y tramitación de la personería jurídica de la asociación.
- Diseño y aplicación de un sistema de información, comunicación y consulta.
- Programa de capacitación de los usuarios en servicios complementarios, a partir de un diagnóstico de necesidades en este campo.
- Programación de las actividades de promoción externa del proyecto a través de la articulación territorial.

Plan de riego del distrito

Base para la distribución anual del agua dentro de la superficie del distrito; consiste en un balance entre la proyección de la disponibilidad de agua en la fuente y la demanda de agua que requieren los sistemas productivos agropecuarios.

Posibles beneficiarios

Productores agropecuarios que se encuentran ubicados dentro del área productiva que se pretende beneficiar con la ejecución de un proyecto de riego, drenaje o protección contra inundaciones (Forero *et al.*, 2018).

Preinversión

Etapa donde se llevan a cabo todos los estudios y diseños para definir un proyecto. En esta, se selecciona la alternativa más favorable técnica-ambiental, social-organizacional y económica-financiera, con el fin de contribuir a incrementar la productividad del área definida y lograr el desarrollo rural en el territorio donde se encuentra (Forero *et al.*, 2018).

Proceso de adecuación de tierras

El proceso de adecuación de tierras involucra cuatro etapas: la preinversión; la inversión; la administración, operación, mantenimiento y manejo integral; y la evalua-

ción ex post, con el fin de prestar el servicio público de adecuación de tierras.

Proyectos de propósito múltiple

Proyectos, generalmente de mediana o gran escala, que incluyen embalses de regulación, cuya utilidad para el desarrollo agropecuario puede combinarse o complementarse con otros propósitos, tales como la regulación de avenidas (protección contra inundaciones), la generación de energía eléctrica, el suministro de agua para consumo humano o industrial, piscicultura, usos recreativos o turísticos y otros semejantes.

Reconversión productiva agropecuaria

Se entiende como una estrategia de manejo de los sistemas agropecuarios que integra y orienta de manera ordenada las acciones necesarias para lograr el uso eficiente del suelo y del agua e incrementar la sostenibilidad y competitividad. En ese sentido, las estrategias buscan reducir de manera integral los conflictos de uso del territorio, teniendo en cuenta las dimensiones biofísicas, ecosistémicas, sociales, económicas, culturales y científico-tecnológicas. Entre los mecanismos de la reconversión productiva se encuentran: la creación de valor agregado, la diversificación agropecuaria, la adecuación de tierras, la conversión agropecuaria, cambios tecnológicos y el cambio de cultivos, entre otros.

Recuperación de inversiones

La Ley 41 de 1993 expresa: «Todo organismo ejecutor de un distrito de adecuación de tierras tiene derecho a que se le reintegren total o parcialmente las inversiones realizadas en la ejecución de las obras, de conformidad con lo establecido en la respectiva acta de compromiso».

Por su parte, el Acuerdo 191 de 2009, en su artículo 5, obligación de pagar, establece: «Cada inmueble ubicado en el área de influencia de un distrito de adecuación de tierras, sin excepción, deberá responder por una cuota parte de las inversiones realizadas en proporción a los beneficios recibidos, y según la condición socioeconómica del productor, recuperando los porcentajes de las inversiones sujetas a recuperación [...]».

La recuperación de las inversiones también se entiende como el reintegro que se hace al Fonat de una parte de los recursos asignados a la ejecución de un proyecto.

Relación beneficio-costo (B/C)

Relación que se obtiene entre el valor actualizado de los beneficios, dividido por el valor actualizado de los costos del proyecto. La actualización debe hacerse a una tasa

de interés determinada, según corresponda a la evaluación económica (costo de oportunidad del capital en la economía nacional) o financiera (costo de oportunidad del capital privado). Si el proyecto es atractivo, dicha relación es mayor que la unidad. Si la comparación se hace con valores a precios de mercado o financieros, el resultado es financiero; si se hace a precios económicos (o de cuenta o de eficiencia), el resultado es económico.

Servicio de drenaje

Evacuación del exceso de agua superficial o freática de un terreno, por medio de canales superficiales o subterráneos.

Servicio de protección contra inundaciones

Control de crecientes y avenidas de las corrientes naturales y demás cuerpos de agua, con el fin de evitar inundaciones y los efectos que pongan en peligro la vida de los habitantes del proyecto y el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Servicio de riego

Suministro artificial de agua a los cultivos en la debida cantidad y oportunidad, para lograr su normal desarrollo.

Subetapa

Cada uno de los diferentes procesos en que se divide una etapa.

Subsidios de adecuación de tierras

Aporte en dinero que el Estado realiza por una sola vez a favor de pequeños productores, comunidades indígenas y negras, que libremente se postulen para recibirlo, con arreglo a las políticas que señale el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y a los criterios objetivos y transparentes de elegibilidad y de calificación que para el efecto determine el Gobierno nacional.

Tarifa fija

Se calcula a partir de la sumatoria de los costos de administración y de la proporción de los costos de operación y conservación, dividida por el área del distrito de adecuación de tierras. Para establecer el valor que le corresponde pagar a cada usuario por concepto de esta tarifa, se multiplica por el área beneficiada de cada predio.

Tarifa volumétrica o de aprovechamiento

Se calcula a partir de la sumatoria de la proporción de los costos de operación y conservación, más el costo por uti-

lización de aguas que el distrito cancela a la autoridad ambiental competente, dividida por el volumen de agua anual derivado en bocatoma. Para establecer el valor que le corresponde pagar a cada usuario por concepto de esta tarifa, se multiplica por el volumen del agua entregado a cada usuario.

Tarifa para reposición de maquinaria

Se calcula a partir del valor anual de depreciación de la maquinaria, dividido sobre el área total del distrito de adecuación de tierras. Para establecer el valor que le corresponde pagar a cada usuario por concepto de esta tarifa, se multiplica por el área de cada predio.

Tasa por utilización del agua (TUA)

Valor que debe pagar la entidad que administra, opera y conserva el distrito de adecuación de tierras a la autoridad ambiental de su jurisdicción, en cumplimiento de la Ley 99 de 1993, de acuerdo con el volumen de agua utilizado por esta en el desarrollo de sus actividades de prestación del servicio de riego a los usuarios beneficiarios del mismo.

El Decreto 155 de 2004, modificado en su artículo 12 por el Decreto 4742 de 2005, reglamenta que debe calcularse la tarifa de la TUA, la cual será establecida por la autoridad ambiental competente para cada cuenca hidrográfica (Incoder, 2009b).

Unidad agrícola familiar (UAF)

Empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio.

La UAF no requerirá normalmente para ser explotada sino del trabajo del propietario y su familia, sin perjuicio del empleo de mano de obra extraña, si la naturaleza de la explotación así lo requiere (Ley 160 de 1994, art. 38).

Usuario de un distrito

Persona natural o jurídica que explote, en calidad de dueño, tenedor o poseedor, acreditado con justo título, un predio en el área de dicho distrito. En tal virtud, debe someterse a las normas legales o reglamentarias que regulen la utilización de los servicios, el manejo, la conservación de las obras, y la protección y defensa de los recursos naturales (Ley 41 de 1993).



Capítulo 2. Generalidades

2.1. ANTECEDENTES

En 1997, el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT) realizó el primer «Manual de normas técnicas básicas para realización de proyectos de adecuación de tierras», en el cual se establece en forma detallada el desarrollo de los proyectos de adecuación de tierras en el marco de la Ley 41 de 1993 o Ley de Adecuación de Tierras. Dicho manual tiene como fin establecer los fundamentos de orden técnico, económico, financiero, social y ambiental que permitan la elaboración y evaluación de proyectos en las etapas de preinversión previas a la ejecución y de construcción.

La aplicabilidad de este manual estaba relacionada con la idea de obtener la aprobación por parte del Consejo Superior de Adecuación de Tierras (Consuat), así como conseguir la licencia ambiental y acceder a los recursos del Fondo Nacional de Adecuación de Tierras (Fonat) o de alguna entidad financiera para ejecutarlo.

El manual definía el concepto de adecuación de tierras y presentaba las etapas de desarrollo de la preinversión, como reconocimiento, prefactibilidad, factibilidad y diseños detallados y de inversión con interventoría de construcción y construcción de las obras; también se

definían los tipos de proyectos que se relacionaban con los conceptos de riego, riego y drenaje, drenaje y protección contra inundaciones o drenaje solamente.

Posteriormente, en 2008, el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) presentó una versión actualizada del manual, la cual se realizó en el marco de la Ley 1152 de 2007 («por medio de la cual se dicta el Estatuto de Desarrollo Rural, se reforma el [...] Incoder y se dictan otras disposiciones»).

Estas normas básicas se consideraban de cumplimiento obligatorio para los proyectos que aspiraban a ser aprobados por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), para ser incorporados en el Plan Nacional de Desarrollo, con el fin de que fueran declarados de interés estratégico para el desarrollo del sector agropecuario y construidos por el Incoder, con cargo a los recursos del presupuesto general de la nación.

En este manual del Incoder se conservan los valores de áreas para los proyectos de pequeña, mediana y gran escala, y se introduce el concepto que los proyectos de adecuación de tierras no solo deben considerar la construcción de obras civiles, sino que además



comprenden otros aspectos de igual importancia, como los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Es de resaltar que a partir de la entrada en vigencia de la Ley 1152 de 2007, se incentiva la participación de la inversión privada o de los entes territoriales para la elaboración de estudios y diseños.

Con el enfoque de los proyectos del manual del Incoder se amplía y se establece que los proyectos de adecuación de tierras se desarrollan en un ciclo que cuenta con tres estados: preinversión, inversión y operación. En el estado de preinversión se consideran las etapas de identificación, prefactibilidad, factibilidad y diseño. En el estado de inversión se contemplan las etapas de construcción e interventoría de obras.

Debido a la derogación de la Ley 1152 de 2007, se consideró que el manual no tenía vigencia, por lo cual perdió el carácter de obligatoriedad y, por ende, dejó de ser aplicado en forma rigurosa a los proyectos ejecutados con posterioridad.

Ante esta situación, la UPRA desarrolló una concepción integral del proceso de adecuación de tierras, incluyendo las etapas de administración, operación, mantenimiento y manejo

integral (AOMMI), así como la etapa de evaluación ex post. De esta manera se amplió el enfoque de los proyectos de adecuación de tierras, considerando el entorno territorial, el uso eficiente de los recursos y la concepción de proyectos que conduzcan a un desarrollo integral, sostenible y competitivo.

El presente manual corresponde a la actualización y complementación de la última versión de normas elaborada por el Incoder, en el cual se incorporan las actualizaciones realizadas por la UPRA en cuanto a los lineamientos, criterios e instrumentos (LCI) generales y específicos para el proceso de adecuación de tierras (Colección Proceso de Adecuación de Tierras, 2018).

2.2. MARCO JURÍDICO

A continuación, se presenta el marco jurídico referente a la adecuación de tierras:

- La Ley 41 de 1993 tiene como objeto «regular la construcción de obras de adecuación de tierras, con el fin de mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias, velando por la defensa y conservación de las cuencas hidrográficas».
- De conformidad con el Decreto 1300 de 2003 y el Decreto 3759 de 2009, el Incoder ejerce las

funciones de promover y ejecutar, directamente o a través de terceros de reconocida idoneidad, proyectos de adecuación de tierras; esto, hasta cuando entre en operación la Agencia de Desarrollo Rural (ADR), creada mediante el Decreto 2364 del 7 de diciembre de 2015.

- De acuerdo con la norma vigente, la UPRA tiene a su cargo la planificación, producción de lineamientos, indicadores y criterios técnicos para la toma de decisiones sobre el ordenamiento social de la propiedad de la tierra rural, el uso eficiente del suelo para fines agropecuarios, la adecuación de tierras, el mercado de tierras rurales, el seguimiento y la evaluación de las políticas públicas en estas materias. Por esta razón, elaboró en 2014 un documento denominado «Lineamientos, criterios e instrumentos generales y específicos para el proceso de adecuación de tierras» (2014c), los cuales se tuvieron en cuenta para la elaboración del presente manual.
- El Decreto 2364 de 2015 y el Decreto 2365 de 2015 —expedidos con base en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, «Todos por un nuevo país»— dieron lugar a la supresión y liquidación del Incoder, así como a la creación de la ADR y de la Agencia Nacional de Tierras (ANT). Lo anterior, con el fin de asegurar una ejecución más eficiente de los recursos y mejorar su capacidad de intervención en el territorio, para así gestionar, promover y financiar el desarrollo agropecuario y rural con miras a la transformación del campo y a adelantar programas con impacto regional.

Entre las funciones a cargo de la ADR relacionadas con la política de adecuación de tierras se encuentran las siguientes:

- Definir los criterios de formulación y estructuración de proyectos estratégicos nacionales y de iniciativa territorial o asociativa, en términos de su viabilidad técnica, jurídica, ambiental y financiera, de acuerdo con las políticas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Formular, estructurar, cofinanciar y ejecutar proyectos estratégicos nacionales, así como aquellos de iniciativa territorial o asociativa, alineados a los planes de desarrollo agropecuario y rural integral con enfoque territorial y a la política formulada por el ministerio.
- Definir criterios para la calificación y selección de los proyectos integrales que serán cofinanciados por la agencia, de acuerdo con los lineamientos de política del ministerio.
- Diseñar y promover modelos de operación para la ejecución de los planes y proyectos integrales de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial, a través de esquemas de asociación público-privada, concesiones, convenios marco de cofinanciación con entidades territoriales y contratos con operadores, entre otros.

- Definir los requerimientos técnicos y las condiciones que deben acreditar los operadores encargados de la estructuración y ejecución de los proyectos integrales de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial.

Como parte de esta nueva institucionalidad, nace la Vicepresidencia de Integración Productiva, la cual tendrá a su cargo la Dirección de Adecuación de Tierras (art. 20 del Decreto 2364 de 2015), con funciones tales como «proponer los objetivos y metas anuales en relación con la estructuración de planes y proyectos integrales para el componente de adecuación de tierras, de conformidad con lo señalado en la Ley 41 de 1993, con la política del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y con los parámetros técnicos señalados por la UPRA».

2.3. MARCO NORMATIVO

2.3.1. En materia de adecuación de tierras

- Constitución Política de Colombia, artículos 65 y 365 de la Ley 41 del 22 de diciembre de 1993, por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones.
- Ley 41 de 1993. Por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones.
- Decreto 1881 de 1994, por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 41 del 22 de diciembre de 1993.
- Decreto 1300 de 2003, por el cual se crea el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) y se determina su estructura.
- Resolución 1399 del 21 de julio de 2005, por la cual se expide el reglamento que define los criterios generales para la entrega de los distritos de adecuación de tierras para su administración, operación y conservación por parte de las asociaciones de usuarios.
- Acuerdo 191 del 25 de noviembre de 2009, por el cual se reglamenta lo relacionado con la recuperación del monto de las inversiones de las obras de adecuación de tierras ejecutadas por el Incoder.
- Acuerdo 193 del 25 de noviembre de 2009, por el cual se establecen los lineamientos para establecer las tarifas aplicables a los usuarios de los distritos de adecuación de tierras ejecutados por el Incoder.
- Resolución 2136 de 2009, por la cual se delega la función de expedir certificaciones sobre la existencia y representación legal de las asociaciones de usuarios, así como el registro de los libros oficiales de contabilidad en la subgerencia de Adecuación de Tierras del Incoder.
- Decreto 3759 de 2009, por el cual se aprueba la modificación de la estructura del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 4145 del 3 de noviembre de 2011, por el cual se crea la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA) y se dictan otras disposiciones.



- Decreto 1071 del 26 de mayo de 2015 (parte 14, título I), por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural. En este decreto se compila el Decreto 1380 de 1995 (por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 21 de la Ley 41 de 1993, requisitos para el trámite de personería jurídica de las asociaciones de usuarios de adecuación de tierras) y el Decreto 1881 de 1994 (por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 41 de 1993. Ejecución de proyectos, recursos Fonat, administración, operación y mantenimiento de distritos, por parte de las asociaciones de usuarios, recuperación de la inversión pública).
- Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, «Todos por un nuevo país».
- Decreto 2363 del 7 de diciembre de 2015, por el cual se crea la Agencia Nacional de Tierras (ANT).
- Decreto 2364 del 7 de diciembre de 2015, por el cual se crea la Agencia de Desarrollo Rural (ADR).
- Decreto 2365 del 7 de diciembre de 2015, por el cual se suprime y liquida el Incoder.
- Ley 388 de 1997, sobre el ordenamiento territorial municipal y distrital y planes de ordenamiento territorial.
- Decreto 1320 de 1998, que reglamenta consultas previas a comunidades indígenas y negras.
- Decreto 1420 de 1998, por el cual se reglamentan parcialmente el artículo 37 de la Ley 9 de 1989, el artículo 27 del Decreto Ley 2150 de 1995, los artículos 56, 61, 62, 67, 75, 76, 77, 80, 82, 84 y 87 de la Ley 388 de 1997, y el artículo 11 del Decreto Ley 151 de 1998, que hacen referencia al tema de avalúos.
- Decreto 155 de 2004 (modificado parcialmente por el Decreto 4742 de 2005), que reglamenta cobros a los distritos por la utilización del agua proveniente de una fuente natural y que es fuente de suministro del distrito.
- Decreto 1900 de 2006, por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 1286 del 30 de junio de 2006, del Ministerio de Medio Ambiente, por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de distritos de riego o drenaje con cobertura superiores a 20.000 hectáreas y se adoptan otras determinaciones.

2.3.2. En materia ambiental

- Ley 2 de 1959, por la cual se dictan normas sobre economía forestal de la nación y conservación de recursos naturales renovables.
 - Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
 - Decreto 1541 de 1978, por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974, de las aguas no marítimas, y parcialmente, la Ley 23 de 1973.
 - Decreto 1594 de 1984 (derogado por el art. 79 del Decreto nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21), por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI (parte III, libro II) y el título III de la parte III, libro I del Decreto 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
 - Ley 21 de 1991, que aprueba el convenio 169, sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1989.
 - Ley 99 del 22 de diciembre de 1993 y sus decretos reglamentarios, por medio de la cual se crea el Ministerio del Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medioambiente y los recursos naturales renovables; se organiza el Sistema Nacional Ambiental (Sina) y se dictan otras disposiciones. Esta ley presenta los fundamentos de la política ambiental colombiana.
 - Directiva Presidencial 1 de 2010, por la cual se reseñan los mecanismos para la aplicación de la Ley 91 de 2001.
 - Decreto 3930 de 2010, por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI (parte III, libro II) del Decreto Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, y se dictan otras disposiciones en relación al manejo de los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
 - Decreto 4728 de 2010, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
 - Ley 1454 de 2011, por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
 - Decreto 1640 de agosto de 2012, que reglamenta los instrumentos para planificación, ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos (Pomca).
 - Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014, por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993, sobre licencias ambientales.
 - Decreto 298 del 24 de febrero de 2016, por el cual se establece la organización y el funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones.
- Otros:
- Ley 160 de 1994, por la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino.



Foto: Archivo UPRA



- Ley 388 de 1997, de ordenamiento territorial.
- Decreto 1071 del 26 de mayo de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.
- Decreto 1320 de 1998, que reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
- Directiva Presidencial 10 de 2013, guía para la realización de consulta previa.
- Decreto 2613 de 2013, por el cual se adopta el Protocolo de Coordinación Interinstitucional para la consulta previa.

2.4. OBJETO DEL MANUAL

El presente trabajo, titulado «Manual de normas técnicas básicas para la realización de proyectos de adecuación de tierras», tiene por objeto proveer a los organismos públicos y privados una guía técnica para el desarrollo de los proyectos de adecuación de tierras en Colombia, en todas sus etapas y sus correspondientes subetapas y fases. Asimismo, establece las normas actuales para el proceso de adecuación de tierras en los componentes jurídicos, técnicos, económicos, financieros, sociales y ambientales que se armonizan con la Ley 41 de 1993 y demás normas reglamentarias.

El manual aporta herramientas para que la ejecución de las obras de adecuación de tierras (ADT) se realice bajo los reglamentos nacionales actualizados, las normas sobre sismorresistencia, las normas de calidad ISO, con estándares internacionales, etc., los cuales regulan los proyectos en esta materia y sirven de parámetro para los organismos ejecutores (OE) públicos o privados, en la medida en que aportan los fundamentos técnicos, económicos, ambientales, sociales y normativos.

Este documento ofrece la incorporación de metodologías técnicas, utilizadas internacionalmente en las diferentes etapas del proceso de adecuación de tierras: preinversión, inversión, administración, operación y mantenimiento, y manejo integral.

La actualización del manual dispone de una referencia técnica que asegura la responsabilidad del ejercicio profesional en el desarrollo de los estudios, la construcción de las obras, su seguimiento y la documentación final de obra terminada, así como una correcta vigilancia y mantenimiento. Además, establece los conceptos, criterios y parámetros básicos, incorporando la visión de la UPRA, a través de los LCI que en materia de adecuación de tierras ha determinado para su correcto desarrollo; también, expone procedimientos y las diferentes acciones necesarias para la elaboración de proyectos de adecuación de tierras. Adicionalmente, el manual sirve de guía para la elaboración de términos

de referencia y pliegos de condiciones en las diferentes etapas del proceso de adecuación de tierras.

Se recomienda revisar este manual periódicamente, para ajustarlo y actualizarlo de acuerdo con las experiencias obtenidas en su aplicación, así como con la aparición de tecnologías, las modificaciones o actualizaciones de la normatividad relacionada, los cambios institucionales del sector y los demás aspectos que influyan en el proceso de adecuación de tierras y presenten cambios significativos.

El manual se ha complementado y desarrollado de forma acorde con los LCI que ha producido la UPRA (Colección Proceso de Adecuación de Tierras, 2018), por lo que estos documentos se deben considerar en forma conjunta y aplicarse integralmente en el desarrollo de proyectos de adecuación de tierras.

2.5. APLICACIÓN DEL MANUAL

El manual establece las normas técnicas básicas para cada una de las etapas del proceso de adecuación de tierras con sus correspondientes subetapas y fases, para que el proyecto cumpla con los requerimientos básicos y pueda ser evaluado, revisado y viabilizado.

Se debe cumplir con las normas establecidas en el manual, a fin de:

- Identificar, diagnosticar, diseñar y ejecutar proyectos de adecuación de tierras en el país.
- Administrar, operar, mantener y manejar integralmente los distritos de adecuación de tierras en el país.
- Acceder a los recursos del presupuesto general de la nación, Fondo Nacional de Adecuación de Tierras (Fonat) y demás recursos públicos del orden nacional, departamental y municipal, para ser construido por parte del Gobierno nacional.
- Desarrollar proyectos de adecuación de tierras por parte del sector privado.

Por lo tanto, la aplicación del manual es pertinente para establecer claramente las normas que deben regular cada una de las etapas en que se realizan los estudios de preinversión, inversión, administración, operación y mantenimiento (AOM), así como la evaluación ex post. Lo anterior permitirá que los proyectos puedan ser comparados entre sí con bases comunes al finalizar cada subetapa, y que se faciliten los procesos de selección de aquellos proyectos que deben pasar a la siguiente subetapa o etapa.

2.6. ENFOQUE DE LOS PROYECTOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS

De acuerdo con el artículo 3 de la Ley 41 de 1993, la adecuación de tierras es «la construcción de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada

con riego, drenaje o protección contra inundaciones, con el propósito de aumentar la productividad del sector agropecuario. La adecuación de tierras es un servicio público».

La UPRA, en sus publicaciones, propone la siguiente definición: «La adecuación de tierras es un servicio público que contribuye al desarrollo rural mediante la construcción de infraestructura física para riego, drenaje, protección contra inundaciones, con acciones complementarias para mejorar la productividad, los ingresos de los productores y sus condiciones de vida a través de un manejo integral, eficiente y sostenible de los recursos que coexisten en un territorio» (Forero *et al.*, 2018).

De acuerdo con lo anterior, los proyectos de adecuación de tierras no son solamente proyectos de ingeniería para la construcción de obras civiles en que se resuelven problemas técnicos para el manejo del agua y el suelo, sino que requieren una visión integral con acciones e interrelaciones para asegurar la sostenibilidad, la competitividad, el desarrollo rural y la seguridad alimentaria.

De acuerdo con la Ley 41 de 1993, los distritos de adecuación de tierras son propiedad de los beneficiarios, y el Gobierno se limita a apoyar, técnica y financieramente, su desarrollo, por lo cual la gestión y el desarrollo quedan bajo la responsabilidad única y exclusiva de los usuarios.

Asimismo, la Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), determina los mecanismos de participación de las comunidades en la planificación ambiental de sus proyectos de desarrollo, lo cual, obviamente, involucra a la adecuación de tierras.

Todo lo anterior lleva a la necesidad de que en la planeación de los proyectos se contemplen las inversiones adecuadas para el estudio y la transformación de los recursos naturales y físicos, así como para el estudio y la adecuación de los recursos humanos.

De acuerdo con los lineamientos de la UPRA, los principios de la adecuación de tierras son principalmente cuatro, como se relaciona a continuación (Forero *et al.*, 2018):

- Planeación y visión prospectiva: la adecuación de tierras incorpora un proceso ordenado de planeación e integración de acciones para optimizar de los recursos, el mejoramiento de las condiciones de vida de los productores y el desarrollo rural integrado de la región.
- Gobernanza: el Estado, como rector del subsector de adecuación de tierras, contribuye al desarrollo económico, social y ambiental de los territorios, y debe garantizar la interacción y relación de los actores públicos y privados que se vinculan a este proceso.

- Sostenibilidad: se debe garantizar la sostenibilidad social, cultural, ambiental, técnica y económica de los proyectos de adecuación de tierras.
- Integralidad y desarrollo territorial: los proyectos de adecuación de tierras se deben realizar en un proceso planificado e integral para cada una de las subetapas; asimismo, contemplan acciones integrales para garantizar la competitividad de la actividad productiva y contribuir al desarrollo integral del territorio.

Por otra parte, es importante recordar que el enfoque territorial es «aquél que permite potenciar el desarrollo rural para mejorar el bienestar de los habitantes en un territorio propiciando la participación y cooperación de todos los actores, y el aprovechamiento de sus recursos, en un proceso que lleve a la ordenación del territorio y la sostenibilidad ambiental» (MADR, 2011: título I, art. 3).

Además, se debe garantizar la confiabilidad de los resultados de los estudios en cada etapa de desarrollo, pues con base en estos se deben tomar decisiones sobre los proyectos que serán viabilizados, ejecutados, pospuestos o rechazados, así como sobre las prioridades en la asignación de recursos públicos para apoyar el desarrollo de los mismos.

En el caso de proyectos de propósito múltiple, es importante que, para cada etapa, las entidades involucradas cuenten con suficientes elementos de juicio para tomar sus decisiones de participación y se puedan realizar, oportunamente, los convenios interinstitucionales correspondientes.

2.7. PROCESO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS.

El proceso de adecuación de tierras, en su ciclo de desarrollo, presenta cuatro etapas, las cuales tienen una vinculación recíproca estrecha y siguen una progresión lógica, donde las etapas precedentes ayudan a proporcionar la base para la renovación del proceso. Estas son:

- Preinversión
- Inversión
- Administración, operación, mantenimiento y manejo integral (AOMMI)
- Evaluación ex post

2.7.1. Etapa de preinversión

Subetapa opcional destinada a estudiar soluciones a problemas específicos, aunque difíciles, derivados de circunstancias técnicas, ambientales, sociales o económicas detectadas en la subetapa de identificación, que deben ser resueltos antes de proseguir con las siguientes etapas de preinversión del proyecto.

La subetapa de prefactibilidad, así concebida, debe centrarse en la resolución del (de los) problema(s) detec-

tado(s) que impide(n) establecer la solución (soluciones) requerida(s) para dar viabilidad del proyecto a nivel de la subetapa de identificación. Se debe utilizar, entonces, para confirmar la viabilidad (o inconveniencia) del proyecto cuando ocurren las siguientes circunstancias:

- No se ha podido establecer claramente la viabilidad del proyecto a nivel de la etapa de identificación.
- Tampoco cuenta con información contundente para rechazar el proyecto.
- La información disponible permite identificar el (los) problema(s) estudiado(s).
- El nivel de incertidumbre sobre la posibilidad de resolverlo(s) es tal que no hace aconsejable adelantar los demás estudios que comprende la subetapa de factibilidad hasta tanto dicha incertidumbre no se haya superado.

De hecho, si no se presentan las anteriores circunstancias, en lugar de abocarse a la etapa de prefactibilidad, debe proseguirse directamente con la etapa de factibilidad, con el consiguiente ahorro en tiempo y recursos. En estas circunstancias, los términos de referencia para adelantar los estudios de esta subetapa de prefactibilidad dependen directamente de la naturaleza y características del problema por resolver.

Esta subetapa opcional se adelantará en forma obligatoria en los proyectos donde el abastecimiento de aguas proviene de acuíferos subterráneos que requieran embalses para la fuente de agua o impliquen trasvases de agua entre cuencas y en los casos en los que se estime necesario. No se adelantará en los proyectos de adecuación de tierras de pequeña escala.

En esta subetapa, se debe inicialmente estudiar la limitación o problema que llevó a la decisión de adelantarla. Si se demostrare que esa condición no es impedimento de la viabilidad del proyecto, se adelantarán las investigaciones y estudios requeridos para la etapa de factibilidad.

Para los proyectos de adecuación de tierras, los estudios de preinversión se adelantan básicamente en cuatro subetapas: identificación, prefactibilidad, factibilidad, y diseños detallados. La diferencia principal de estas subetapas está en el grado de preparación de la información y de su certidumbre y confiabilidad, que depende de la profundidad de los estudios técnicos, económicos, financieros, de mercado, ambientales y sociales, que se desarrollan en cada estudio o subetapa.

El inicio del proceso de adecuación de tierras corresponde a la subetapa de identificación. Esta puede ser desarrollada por iniciativa propia de los posibles beneficiarios, con el apoyo de las autoridades locales, regionales, nacionales o del organismo ejecutor. En este caso, que corresponde a una iniciativa directa de

los posibles beneficiarios, se considera iniciativa a la demanda. Ahora bien, se puede presentar también una identificación realizada directamente por una entidad local, regional, nacional o por un organismo ejecutor, la cual se considera una iniciativa a la oferta.

2.7.1.1. Subetapa de identificación

Constituye la primera subetapa de la preinversión del proceso de adecuación de tierras. En esta se realiza un análisis preliminar del área del proyecto y su entorno, así como de la población que se beneficiará con el proyecto; se lleva a cabo el primer contacto oficial con los posibles beneficiarios del proyecto, así como una recopilación y un análisis tanto de la información existente como del perfil del proyecto.

La subetapa de identificación se adelanta generalmente con información secundaria, pero se requiere que en la preparación del perfil del proyecto se identifiquen las condiciones técnicas, ecológicas, sociales y económicas o una combinación de ellas, para así saber si el nivel de la información disponible es o no suficiente. Lo anterior es indispensable para realizar el análisis básico del área que se va a intervenir, la población por beneficiar y su entorno, así como la evaluación preliminar de los aspectos relacionados con el proyecto.

El perfil del proyecto debe contemplar los aspectos socioeconómicos, ambientales, de mercado y otros de índole técnico (climatológico, hidrológico, agrológico y cartográfico), requeridos para la ingeniería del proyecto.

El acercamiento con la población permite identificar las necesidades de organización de los posibles beneficiarios y de implementación de programas y actividades de formación en los aspectos asociativos empresariales, de comercialización y de desarrollo rural. Como resultado, se tendrá un perfil del proyecto con la siguiente información básica:

- Tamaño del proyecto, características climáticas, hidrológicas, de relieve y de suelo, uso del agua, diagnóstico del problema o necesidad y proyecto como respuesta o solución a esta, y evaluación de los costos y beneficios de las alternativas de solución.
- Tipo de beneficiarios potenciales para el proyecto, según sus características económicas, técnicas, organizacionales y sociales; tipo de interés de los beneficiarios y de la comunidad local hacia el proyecto.
- Restricciones ambientales en el área de influencia directa del proyecto: áreas de manejo especial y áreas protegidas; ordenamientos de la cuenca y el territorio; aspectos básicos de la fuente de agua; fuentes receptoras de drenajes y excedentes de riego; suelos y producción agrícola.
- Aspectos técnicos, ecológicos, sociales, económicos,

de mercado y comercialización que, como se indicó anteriormente, puedan hacer necesario adelantar una investigación más detallada antes de desarrollar la factibilidad.

- Origen de la iniciativa y fuentes de financiación.

2.7.1.2. Subetapa de prefactibilidad

Es una subetapa opcional destinada a estudiar soluciones a problemas específicos, aunque difíciles, derivados de circunstancias técnicas, ambientales, sociales o económicas detectadas en la subetapa de identificación, y que deben ser resueltos antes de proseguir con las siguientes subetapas de preinversión del proyecto.

La subetapa de prefactibilidad, así concebida, debe concentrarse en la resolución del (de los) problema(s) detectado(s) que impide(n) establecer la(s) solución (soluciones) requeridas para dar viabilidad del proyecto a nivel de la subetapa de identificación. Se debe utilizar, entonces, para confirmar la viabilidad (o inconveniencia) del proyecto cuando ocurren las siguientes circunstancias:

- No se ha podido establecer claramente la viabilidad del proyecto a nivel de la etapa de identificación.
- Tampoco se cuenta con información contundente para rechazar el proyecto.
- La información disponible permite identificar el (los) problema(s) por ser estudiado(s).
- El nivel de incertidumbre sobre la posibilidad de resolverlo(s) es tal que no hace aconsejable adelantar los demás estudios que comprende la subetapa de factibilidad hasta tanto dicha incertidumbre no se haya superado.

Si no se presentan las anteriores circunstancias, en lugar de abocarse a la subetapa de prefactibilidad, debe proseguirse directamente con la subetapa de factibilidad, con el consiguiente ahorro en tiempo y recursos. En estas circunstancias, los términos de referencia para adelantar los estudios de esta subetapa de prefactibilidad dependen directamente de la naturaleza y características del problema por resolver.

Esta subetapa opcional se adelantará en forma obligatoria en los proyectos donde el abastecimiento de las aguas proviene de acuíferos subterráneos, que requieran embalses para la fuente de agua o impliquen trasvases de agua entre cuencas, y en los casos en donde se estime necesario. No se adelantará en los proyectos de adecuación de tierras de pequeña escala.

En esta subetapa se debe inicialmente estudiar la limitación o problema que llevó a la decisión de adelantarla. Si se demostrara que esa condición no es impedimento de la viabilidad del proyecto, se

adelantarán las investigaciones y estudios requeridos para la subetapa de factibilidad.

2.7.1.3. Subetapa de factibilidad

Desarrollada por el organismo ejecutor, con la participación de los posibles usuarios, busca definir la viabilidad, ejecución, rechazo o aplazamiento del proyecto, con la certeza de que el estado de desarrollo de los diferentes estudios permita la viabilidad o inconveniencia técnica, económica, social o ambiental del proyecto.

En esta subetapa se analizan con un mayor detalle las alternativas identificadas en la prefactibilidad, para luego seleccionar la alternativa más viable, según la evaluación técnica, económica, social y ambiental. Los estudios llevados al detalle son necesarios para resolver todos los problemas que tienen influencia en la concepción, planeación y ejecución de los componentes del proyecto. Adicionalmente, se definen para su implementación y desarrollo en las siguientes etapas del proyecto el plan agropecuario, de ingeniería y organización de los usuarios.

Esta subetapa incluye, también, la preparación del diagnóstico ambiental de alternativas (DAA), que es sometido a consideración de la autoridad ambiental (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o Corporación Autónoma Regional respectiva), cuando los proyectos lo requieran, de acuerdo con la legislación ambiental vigente.

El propósito de la factibilidad es reducir la incertidumbre asociada con la realización del proyecto, lo cual permitirá la elegibilidad de este en comparación con otros proyectos, y decidir si pasa a la siguiente etapa de desarrollo, se aplaza su ejecución o se rechaza.

Para lo anterior, los objetivos de los estudios de la subetapa de factibilidad son:

- Recoger la información sobre todas las alternativas del proyecto.
- Analizar, con mejor información, las alternativas seleccionadas en la etapa de prefactibilidad, para lo cual se deben resolver todos los problemas técnicos que tienen influencia en la concepción y el prediseño de los sistemas de riego, drenaje y protección contra inundaciones.
- Identificar si el proyecto contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria.
- Definir los límites del proyecto para las alternativas con más opciones, a fin de optimizar su tamaño, excluyendo sectores con rentabilidad marginal negativa.
- Con base en una evaluación técnica, financiera, económica, social y ambiental, escoger la alternativa más conveniente, incluyendo, para los proyectos de uso múltiple, los aspectos técnicos, económicos y ambientales de cada uno de los usos.

- Llevar los prediseños de la alternativa seleccionada al grado de detalle necesario para lograr que los resultados tengan un nivel de imprevistos aceptable.
- Decidir si se efectúa la siguiente subetapa de diseños detallados del proyecto, se aplaza o se descarta la ejecución de este.
- Presentar ante la autoridad ambiental el DAA.
- Implementar efectivamente los mecanismos de participación comunitaria, según la Ley 99 de 1993 y la Ley 70 de 1994, entre otras.
- Realizar el estudio detallado de la potencialidad social de los usuarios, en términos de su capacidad económica, técnica, asociativa, comercial y administrativa para participar y asumir responsabilidades en el distrito en las actividades de AOMMI, una vez se encuentre construido y en operación.
- Apoyar el fortalecimiento de la asociación de usuarios, en particular asegurando la consolidación y legalización de una estructura organizativa adecuada.
- Diagnosticar las necesidades de capacitación de los usuarios, así como elaborar y ejecutar el plan de capacitación durante la factibilidad.
- Facilitar la obtención del financiamiento requerido, para efectuar los diseños detallados del proyecto y su ejecución.

2.7.1.4. Subetapa de diseño

La última subetapa de la preinversión de un proyecto de adecuación de tierras se encuentra a cargo del organismo ejecutor, con la participación de la asociación de usuarios, y corresponde a los diseños detallados del proyecto, la preparación del plan de organización para su ejecución, la elaboración de los manuales y especificaciones para la AOMMI, la gestión del financiamiento y la estructuración del manejo empresarial del distrito.

Como se mencionó, en esta subetapa se preparan los diseños detallados de las obras, a nivel de planos de construcción, los documentos para la contratación de las obras y el suministro y montaje de equipos; además, se hace la revisión de la evaluación económica y financiera del proyecto, efectuada en la etapa de factibilidad, y se elabora el presupuesto detallado, así como toda la información requerida para la adquisición de los terrenos necesarios para la construcción de las obras.

Dependiendo de la extensión del proyecto y del tipo de obras, en esta subetapa se debe realizar el estudio de impacto ambiental (EIA), para someterlo a consideración de la autoridad ambiental competente, y preparar toda la información requerida para tramitar la licencia ambiental. Ello implica realizar de manera paralela e integrada los diseños del proyecto, la evaluación ambiental, la formulación del plan de manejo ambiental (PMA) y la inclusión de los costos respectivos en la evaluación del proyecto.



Con base en los diseños detallados, se estiman las cantidades de obra y los precios unitarios, de manera que el presupuesto (costos de inversión) del proyecto sea más preciso y confiable. En esta subetapa se producen los documentos y planos que permitirán realizar la contratación y ejecución de las obras, así como el suministro e instalación de los equipos.

Los objetivos de esta es la última subetapa son:

- Elaborar los diseños detallados de las obras, los planos detallados de construcción, los pliegos de licitación y otros documentos requeridos para la contratación de la construcción de las obras, suministro y montaje de los equipos. En los pliegos se deben incluir las especificaciones y planos para que se ejecute el PMA.
- Establecer el programa de construcción y de suministro y montaje de equipos.
- Elaborar o ajustar el estudio de impacto ambiental (EIA) de la alternativa escogida, según se haya efectuado el diagnóstico ambiental de alternativas o el EIA, respectivamente, en la etapa de factibilidad.
- Elaborar el presupuesto detallado del proyecto y sus partes constitutivas, comprendiendo todas las inversiones, incluyendo las obligatorias y los gastos de las fases de operación, mantenimiento, plan de monitoreo y seguimiento, y plan de contingencia, incluidas en el PMA.
- Revisar la evaluación económica y financiera del proyecto efectuada en la etapa de factibilidad, con base en el presupuesto detallado de las obras, incluyendo el análisis financiero de las fincas tipo, estudiando si las condiciones variaron sustancialmente en relación con los análisis de sensibilidad efectuados anteriormente, incorporando los costos de las medidas del PMA.
- Obtener toda la información requerida para la adquisición de los terrenos necesarios para la construcción de las obras.
- Contar con las especificaciones y el manual de AOMMI.
- Aplicar efectivamente los mecanismos de participación comunitaria.
- Suscribir el acta final de compromiso con los usuarios que se beneficiarán con las obras, antes de iniciar su construcción.
- Proveer la información requerida para la consecución de la financiación necesaria para realizar el proyecto.
- Definir cuáles son los predios afectados y cuáles se deben adquirir para la construcción de las obras.
- Realizar la gestión para las cadenas productivas.
- Apoyar el desarrollo empresarial de la asociación de usuarios, de tal manera que se garantice la sostenibilidad del proyecto, mediante la elaboración de un plan de negocios.

2.7.2. Etapa de inversión

En esta etapa (también llamada de ejecución o construcción) se adelanta la obra, se adquieren e instalan los equipos necesarios y se pone en marcha el proyecto hasta que entra en operación plena. Puede ocurrir que la inversión y operación sucedan simultáneamente durante algún periodo de tiempo, usualmente asociado a la puesta en funcionamiento y prueba de todas las obras, equipos y suministros.

Además de la construcción de proyectos nuevos, forman parte también de la etapa de inversión la rehabilitación, ampliación, complementación o modernización de los distritos existentes y la implementación de programas asociados.

La construcción corresponde a la ejecución de las obras y prevé dos periodos de ejecución: preconstructivo y constructivo. En el primer periodo se adelanta toda la gestión relacionada con los permisos y licencias requeridos para la construcción, la gestión de predios que deban ser adquiridos y el trámite de las servidumbres para la construcción de las obras.

La construcción de las obras y la puesta en marcha se adelantan de acuerdo con el desarrollo por etapas previsto para la ejecución, aunque puede presentarse el hecho de que esta ejecución de las obras se traslape con la etapa de AOMMI del proyecto, de acuerdo con la sectorización para la construcción.

2.7.3. Etapa de administración, operación, mantenimiento y manejo integral (AOMMI)

Esta etapa constituye la razón de ser de las anteriores. En este momento ya se ha finalizado la inversión, y el proyecto debe empezar a proveer los bienes y servicios para los cuales fue diseñado, por lo que se requiere la gestión gerencial para realizar la administración, operación, mantenimiento y manejo integral.

Se prevé que en esta etapa se hace la prestación del servicio público del suministro de agua para riego, el drenaje y la protección contra inundaciones, así como las actividades del manejo integral del proyecto.

2.7.4. Etapa de evaluación ex post

Con la evaluación ex post se miden los efectos e impactos del distrito. En la formulación se debe prever la construcción de indicadores que permitan establecer si se están alcanzando las metas y objetivos del proyecto.

En esta etapa se evalúan los logros alcanzados en el distrito de adecuación de tierras, se verifica la plena implementación de las obras, su funcionamiento, y las



condiciones de operación en términos de cobertura, continuidad, confiabilidad y eficiencia; además, se revisan los logros del plan agropecuario, las áreas de cultivo, los rendimientos, y las producciones globales para el distrito y por predio.

También se verifica la organización de los usuarios para la AOM del proyecto, se revisan los costos de estas labores y las tarifas por uso de agua. Adicionalmente, se evalúa el cumplimiento de las normas y los requerimientos ambientales en cuanto a la concesión de agua, los permisos de vertimiento y el uso eficiente de los recursos, así como el cumplimiento de la gestión integral del proyecto, el desarrollo de los planes y programas de acompañamiento.

2.8. PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES DISCIPLINAS EN EL PROCESO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS

Los proyectos de adecuación de tierras requieren estudios en diversos campos del conocimiento: agronomía, ecología, economía, ciencias sociales y varias ramas de la ingeniería. El trabajo de los especialistas debe ser coordinado, con el fin de tener un producto coherente y evitar que se adelante en forma independiente para cada disciplina. En tal sentido, en la ejecución de los estudios de preinversión, dependiendo de la escala, de la fase que se adelante y de las características particulares del proyecto, se debe contar con personal profesional que cumpla con los requisitos de experiencia del cuadro 1.

El equipo interventor debe estar integrado por profesionales con calidades similares o superiores a las exigidas a quienes ejecuten la labor de consultoría. En todo caso, el requisito mínimo es que se hayan desempeñado como consultores de estudios o diseños en la especialidad en la que se proponen como interventores.

Cuadro 1. Profesionales y especialistas de proyectos de ADT

Cargo	Título profesional	Calidades mínimas requeridas
Director	Ingeniero civil o agrícola	Experiencia general de 10 a 15 años, de los cuales debe demostrar experiencia específica de 10 años en la dirección de estudios y diseños de proyectos de adecuación de tierras.
Residente	Ingeniero civil o agrólogo	Experiencia general de 6 años, de los cuales debe demostrar mínimo 4 años de experiencia en residencia de proyectos de adecuación de tierras.
Especialista hidráulico con experiencia en riego y drenaje	Ingeniero civil o agrícola	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en estudios y diseños de proyectos de adecuación de tierras.
Especialista en hidrología, climatología y freaticimetría	Ingeniero civil o agrícola	Experiencia general de 8 a 12 años, de los cuales debe demostrar 6 a 8 años de experiencia específica en estudios hidrológicos. Deberá presentar formación académica de posgrado en la especialidad de hidrología o climatología.
Especialista en estructuras	Ingeniero civil	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en cálculos y diseños estructurales. Deberá presentar formación académica de posgrado en estructuras.
Especialista en geología y geomorfología	Geólogo	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de participación como geólogo en estudios y diseños de proyectos de cualquier índole.
Especialista en geotecnia	Ingeniero civil	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de participación como geotecnista en estudios y diseños de proyectos de cualquier índole. Deberá presentar formación académica de posgrado en el área de geotecnia.
Especialista en diseño predial	Ingeniero agrícola	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en diseño de sistemas de adecuación de tierras a nivel predial.
Especialista ambiental	Ingeniero civil o agrólogo, forestal o ambiental, ecólogo o biólogo	Experiencia general de 8 a 12 años, de los cuales debe demostrar 6 a 8 años de experiencia específica en evaluación ambiental de proyectos. A excepción del ingeniero ambiental, deberá presentar, adicionalmente, formación académica en el área ambiental.
Profesional social	Profesional del área social	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en trabajos con comunidades.



Cargo	Título profesional	Calidades mínimas requeridas
Ingeniero forestal	Ingeniero forestal	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en evaluación ambiental.
Biólogo	Biólogo	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en evaluación ambiental.
Economista	Economista o economista agrario	Experiencia general de 8 a 12 años, de los cuales debe demostrar de 6 a 8 años de experiencia específica en evaluación económica y financiera de proyectos.
Agrólogo	Agrólogo o agrónomo, ingeniero agrónomo, ingeniero agrícola	Agrólogo: experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en estudios agrológicos. Para el agrónomo, ingeniero agrónomo e ingeniero agrícola experiencia en caracterización y levantamiento de suelos.
Agrónomo o ingeniero agrónomo	Profesional en ciencias agropecuarias	Agrónomo: experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en asistencia técnica, extensión o participación en estudios y diseños de proyectos de adecuación de tierras.
Especialista en mercadeo	Economista, economista agrario, mercadotecnista, administrador de empresas o ingeniero industrial	Mercadeo: experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en estudios de mercadeo en proyectos de adecuación de tierras o del sector agropecuario.
Zootecnista o veterinario zootecnista	Zootecnista, veterinario o médico veterinario	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en asistencia técnica, extensión o participación en estudios y diseños de proyectos de adecuación de tierras.
Especialista en presupuesto y programación de obras	Ingeniero civil	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en elaboración de presupuestos y programación de obras.
Especialista en vías	Ingeniero civil, ingeniero de transportes o de vías	Experiencia general de 5 a 8 años, de los cuales debe demostrar 3 a 5 años de experiencia específica en estudios y diseños viales.
Ingeniero catastral	Ingeniero catastral	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en levantamientos topográficos y catastrales.
Especialista en geomática	Ingeniero topográfico o catastral	Experiencia general de 4 años, de los cuales debe demostrar 3 años de experiencia específica en Geomática o posgrado en Geomática o Ciencias de la información geográfica en general.

Cargo	Título profesional	Calidades mínimas requeridas
Abogado	Abogado	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en estudios de títulos.
Ingeniero electricista	Ingeniero electricista	Experiencia general de 5 a 8 años, de los cuales debe demostrar 3 a 5 años de experiencia específica en estudios y diseños de sistemas de suministro de energía.
Ingeniero mecánico	Ingeniero mecánico o ingeniero electromecánico	Experiencia general de 6 a 10 años, de los cuales debe demostrar 4 a 6 años de experiencia específica en estudios y diseños de sistemas mecánicos o electromecánicos.
Especialista en SIG	Ingeniero catastral, topográfico, civil, agrícola o de sistemas	Experiencia general de 4 años, de los cuales debe demostrar 3 años de experiencia específica en labores relacionadas con sistemas de información geográfica.
Ingenieros auxiliares, incluyendo el apoyo para diseño de vías e instalaciones	Ingeniero agrícola, topográfico, agrónomo o civil	Experiencia general de 3 años, de los cuales debe demostrar un año de experiencia específica en labores en el área respectiva.
Equipo de apoyo social	Profesionales del área social y estadística	Experiencia general de 3 años, de los cuales debe demostrar un año de experiencia específica en trabajos con comunidades.

2.9. VIGENCIA Y VALIDEZ DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS

Las condiciones económicas y de mercadeo, principalmente, y las técnicas, ambientales y sociales presentan una dinámica, evolución constante y cambios significativos, que deben tenerse en cuenta en el momento de la toma de decisiones. Lo anterior obliga a considerar las necesidades de revisión, reevaluación o reformulación de proyectos en los casos en que el proceso de concepción del proyecto sufra una interrupción en una de sus etapas o se haya suspendido el proceso, sin continuar en forma oportuna a la siguiente subetapa o etapa, en especial a la preinversión e inversión.

Por lo anterior, se establece que los resultados de cada subetapa tienen una vigencia de tres años (o la que establezca y defina el MADR), contados a partir de la fecha de presentación del informe final. Esta vigencia dependerá de que no haya habido ninguna modificación normativa o institucional y de que las condiciones específicas del proyecto no hayan variado de tal manera que impidan la continuidad de las subetapas o etapas posteriores. En caso de proceder al desarrollo

del proyecto, después de los tres años de terminados los estudios, se deberá revisar la validez de estos, así como verificar desde qué subetapa se requiere adelantar nuevamente los estudios y diseños realizados o la actuación y reevaluación de los resultados.

2.10. PROYECTOS DE PROPÓSITO MÚLTIPLE

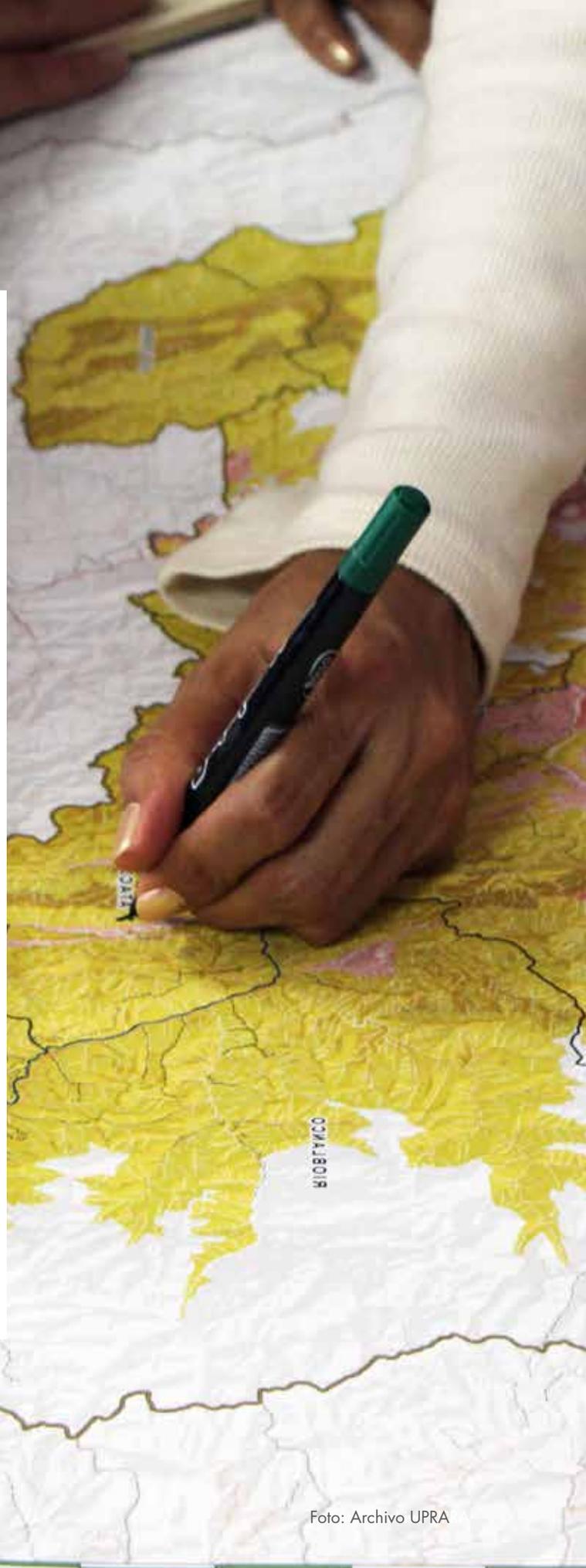
Proyectos de mediana o gran escala, con o sin embalses de regulación, donde el desarrollo agrícola puede combinarse con otros propósitos como regulación de avenidas, protección contra inundaciones, uso hidroeléctrico, suministro de agua para uso urbano o industrial, piscicultura, usos recreativos o turísticos y otros semejantes. El enfoque multipropósito se justifica cuando la consideración de usos distintos al de la adecuación de tierras mejora la rentabilidad integral del proyecto, al incrementar los beneficios con un aumento marginal en los costos.

En el proceso de planeamiento de un proyecto, al considerar toda la gama de alternativas, es posible que en algunos casos se identifique el potencial de desarrollo de un proyecto de propósito múltiple. Pueden presentarse dos casos principales, así:

- Cuando el propósito hidroeléctrico es el principal componente del proyecto y de él se derivan usos complementarios en adecuación de tierras. En este caso, el desarrollo del proyecto estará liderado por la autoridad eléctrica, y el organismo ejecutor del componente de adecuación de tierras tiene a su cargo el planeamiento de dicho componente. El presente manual se aplica al desarrollo del componente de adecuación de tierras.
- Cuando el propósito de adecuación de tierras es el principal componente del proyecto y de él se derivan usos complementarios. En este caso, el desarrollo del proyecto estará liderado por el organismo ejecutor del sector de adecuación de tierras, de acuerdo con las normas del presente manual. Por su parte, los usos complementarios deben considerarse parte de los respectivos estudios.

La posibilidad de un proyecto de propósito múltiple debe establecerse desde la subetapa de identificación, en el momento de definir los propósitos del proyecto. En este caso, probablemente se deba desarrollar una subetapa de prefactibilidad, para fijar las características de cada uso, así como las limitaciones y los posibles efectos adversos atribuibles a los distintos usos, determinando en forma preliminar las prioridades de uso.

Por otra parte, es necesario determinar los parámetros técnicos del uso y realizar una evaluación y asignación de costos que permita efectuar un análisis de beneficio-costos relativo y una aproximación del costo para cada propósito. Estas bases serán de utilidad para las entidades interesadas en el proyecto para decidir la conveniencia o no de continuar con los estudios. En caso positivo, se debe iniciar la participación directa de las diferentes entidades o instituciones que puedan estar tanto interesadas como involucradas en el estudio y la ejecución del proyecto.



A photograph showing a woman with long dark hair and a man in a blue sweater looking at a map on a table. The woman is pointing at the map with a pen. The map is a topographic map with various colored regions. There are some papers and a watch on the table.

Capítulo 3. Etapa de preinversión, subetapa de identificación

El objetivo de esta subetapa es lograr un perfil detallado del posible proyecto de adecuación de tierras (ADT), así como información que permita revisar los parámetros básicos de tipo técnico, social, ambiental y demás aspectos necesarios para evaluar la identificación y definir si procede su viabilización como proyecto estratégico y de interés.

La identificación puede ser realizada y presentada por los futuros beneficiarios, en lo posible con el acompañamiento del organismo ejecutor. Se realizará con base en información disponible del área por intervenir y el conocimiento de los posibles beneficiarios de zona para identificar las posibles alternativas de suministro de agua, área, predios posiblemente beneficiados e información social y económica que se obtenga de fuentes secundarias, para la ejecución de un proyecto de ADT y determinar en forma preliminar la viabilidad ambiental, técnica y social de este.

Asimismo, en esta subetapa se recopila la información para determinar el tipo y características generales del proyecto, se verifican las alternativas tanto de desarrollo agropecuario como de infraestructura y se establecen

los posibles beneficiarios, áreas agrícolas y proyecto agropecuario que se desarrollará.

El resultado final de la etapa de identificación será la obtención de un perfil detallado del posible proyecto de ADT, para establecer la conveniencia de continuar con el desarrollo de la siguiente subetapa o de aplazar o rechazar la iniciativa del proyecto, contando con la participación de la comunidad posiblemente beneficiada.

3.1. INFORMACIÓN BÁSICA

3.1.1. Recopilación y análisis de información

Se deberá recopilar y analizar la mayor cantidad posible de información existente y disponible, para lo cual se consultarán planes de proyectos de las entidades a nivel gubernamental, que se relacionen directa o indirectamente con el área a intervenir. Además, es necesario obtener y analizar los datos hidrológicos, climáticos y meteorológicos, la información topográfica, cartográfica, fotografías aéreas, de mercadeo, socioeconómica, y de los sistemas de comercialización. Así mismo, será



indispensable la información ambiental, del uso de la tierra y demás aspectos de utilidad para el área del proyecto, para la identificación.

3.1.1.1. Cartografía

Se obtendrá la cartografía disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de esquemas de ordenamiento territorial (EOT), planes de ordenamiento territorial (POT) o el plan de desarrollo municipal, así como de entidades territoriales locales como las secretarías municipales.

De igual manera, se podrán consultar entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional (SIG-OT), Parques Nacionales Naturales de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Ministerio del Interior, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam),

las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) o las autoridades ambientales competentes y otros organismos públicos que posean información cartográfica de la zona de posible intervención y circundante, incluyendo la cuenca abastecedora para el suministro de agua y receptora de drenaje del área de posible intervención.

En la cartografía recopilada se deberá identificar como mínimo lo siguiente:

- Las unidades territoriales presentes en la posible área de intervención y la jurisdicción municipal.
- La localización del proyecto, con identificación del departamento, municipio, vereda; además, la definición del tipo de proyecto: riego, drenaje, protección contra inundaciones.
- La delimitación en forma aproximada del área de posible intervención, preferiblemente con la identificación de los predios beneficiados.
- La fuente de agua y todo lo relacionado con la cuenca abastecedora.
- Las áreas de restricción ambiental extraídas de los EOT, POT o planes de ordenamiento ambiental y

territorial. Se deberá establecer si existe traslape de las áreas de restricción con el área de posible intervención del proyecto.

3.1.1.2. Demografía

Se obtendrá información demográfica disponible en fuentes secundarias como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal correspondiente, entidades territoriales locales, como las secretarías municipales, el Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (Sisbén) y el DANE, entre otras, de manera que se pueda establecer la población total y la directamente beneficiada, la estructura de la población según grupos de edad, escolaridad y sexo. Asimismo, es necesaria la descripción de la población y su conformación por grupos, condición social, étnica y su participación en las labores agrícolas relacionadas con el proyecto.

3.1.1.3. Información espacial

Con base en la información disponible en fuentes secundarias como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal correspondiente, o las entidades territoriales locales como las secretarías municipales, se realizará la siguiente caracterización:

- Los servicios públicos que se presten en la zona de posible intervención del proyecto, como riego, drenaje, protección contra inundaciones, acueducto, alcantarillado, manejo de residuos sólidos, energía eléctrica y telecomunicaciones.
- Los servicios de salud, vivienda y educación que se presten en la zona de posible intervención del proyecto, tanto en el municipio como en la posible área o zona de influencia.
- Los medios de transporte existentes en la zona de posible intervención y de influencia del proyecto, identificando todos los medios de transporte presentes y el estado de la infraestructura, como vías, puertos y vehículos que prestan el servicio.
- Los usos de los recursos naturales, en especial del agua.
- La presencia de comunidades étnicas, con la descripción del territorio ocupado, población, actividades productivas tradicionales desarrolladas, tecnología y mercado.
- La organización social, con el detalle de las normas colectivas y las autoridades tradicionales, locales y legalmente reconocidas.

3.1.1.4. Político institucional

Con base en la información disponible en fuentes secundarias como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal correspondiente, o las entidades territoriales locales como las secretarías municipales, se identificará la presencia institucional de

programas, proyectos y estudios que tengan relación con el área de futura intervención o su área de influencia.

Se deberán identificar las organizaciones comunitarias y locales del área del proyecto, con la descripción de las actividades desarrolladas, líderes o representantes de cada organización y los logros u objetivos de cada una.

3.1.1.5. Catastral

Con base en la información disponible en fuentes secundarias como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal correspondiente, o las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales y posibles beneficiarios, se recopilará información que contenga como mínimo los siguientes aspectos prediales básicos:

- Identificación de los predios ubicados en la zona del proyecto.
- Descripción de la situación legal de los predios identificados en la zona de posible intervención.
- Información general alfanumérica y cartográfica del tamaño de los predios.

3.1.1.6. Suelos

Se deberá analizar la información existente en el IGAC, en especial el estudio general de suelos a escala 1:100.000 o los estudios que haya a mayor escala y detalle para la zona de posible intervención.

También se podrán consultar estudios agrológicos existentes sobre la región donde se ubica el área potencialmente beneficiada por el proyecto, y de ser posible, determinar las limitaciones o la aptitud de los suelos para los cultivos propios de la región, identificando las unidades de suelos y sus características principales.

El análisis debe contemplar los siguientes aspectos:

- Descripción de los estudios existentes, su nivel de detalle y las necesidades de complementación.
- Identificación y delimitación de las principales unidades de suelos.
- Características de los suelos de cada unidad.
- Nombre, código y tamaño de las unidades de capacidad en el área de posible intervención.
- Mapas existentes de suelos, con la identificación de unidades y localización de los lugares de colección de los perfiles modales.

3.1.1.7. Climatología, meteorología e hidrología

Se obtendrá información climatológica y meteorológica disponible en fuentes secundarias como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal correspondiente y entidades territoriales locales como las secretarías municipales.



Foto: Archivo UPRA

Se debe recopilar y analizar información climática disponible de las estaciones más cercanas a la zona de posible intervención, en lo posible, que permita realizar la caracterización climatológica de la zona y establecer el régimen de precipitaciones.

En las fuentes secundarias consultadas para la elaboración del perfil del proyecto, se revisará la información hidrológica de la fuente de agua identificada y su disponibilidad.

3.1.1.8. Estudios locales y regionales

Se consultará el POT o EOT, el plan de desarrollo municipal, el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca (Pomca) y si existe o si aplica, la gestión del riesgo y otros estudios locales o regionales que sean pertinentes para la caracterización de la zona, incluyendo diagnósticos agropecuarios y estudios de mercadeo y comercialización locales y regionales, indicando las fechas de dichos documentos y las fechas de la información que contienen. Además, se investigará, en las diferentes entidades especializadas o relacionadas con el proyecto, la disponibilidad de información sobre geología, geomorfología, geotecnia, cuencas hidrográficas y aspectos socioeconómicos, entre otros.

3.1.1.9. Productividad agropecuaria

La zona de influencia es la región geográfica sobre la cual tendría efecto el proyecto, en términos productivos, comerciales y sociales. Para proyectos de pequeña irrigación, deben considerarse la(s) vereda(s) y el (los) municipio(s) donde se ubican los predios que potencialmente se beneficiarán, en tanto que, para los proyectos de mediana y gran escala, el área debe ampliarse a los departamentos y al nivel nacional, si se considera pertinente (para los aspectos de comercialización).

Se incluirán los siguientes aspectos:

- Identificación, clasificación y caracterización de las principales actividades agropecuarias.
- Evaluación del acceso a los medios de transporte, el estado de las vías, de la infraestructura para la comercialización de la producción agropecuaria y para el transporte de los insumos.
- Definición de los principales factores que afectan o limitan la producción y la comercialización agropecuaria y planteamiento de posibles soluciones.

3.1.1.10. Mercado

Se deben caracterizar las condiciones actuales de mercado para los productos existentes y los propuestos en el nuevo proyecto, con base en información secundaria recopilada en documentos como los producidos por el Gobierno sobre políticas de competitividad y en las herramientas oficiales de información como la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (Agronet), el

Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (Sipsa), los boletines del DANE, los anuarios estadísticos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la información estadística de gremios, los registros, las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) y el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA). Entre los parámetros que se deben identificar se tienen:

- La verificación de que la producción propuesta esté conforme con los planes de desarrollo y la política nacional de competitividad.
- La evolución en los últimos cinco años de la producción y los precios de mercado para los productos agropecuarios propuestos.
- La descripción de las condiciones de mercado y los compradores para la producción actual, así como de la propuesta para el proyecto en la subetapa de identificación.
- La verificación de que la producción contribuya a la seguridad alimentaria, en la medida en que la producción de alimentos mejore la situación alimentaria de los posibles beneficiarios y la población local.

3.1.2. Tipo y características del proyecto y población beneficiada

Con base en el análisis de la información de fuentes secundarias existente, se definirán, de manera preliminar, soluciones necesarias para corregir los limitantes a la producción, incluyendo los requerimientos de infraestructura y de agua para riego, la magnitud del proyecto (área por beneficiar), beneficiarios (número de familias) y sus condiciones socioeconómicas e interés en participar en el desarrollo del proyecto.

Se realizarán las siguientes actividades:

3.1.2.1. Definición del problema o necesidad y del proyecto como respuesta o solución

El (los) problema(s) que limita(n) el desarrollo de la producción agropecuaria en el área del proyecto debe(n) ser el (los) planteados por la comunidad interesada al presentar la solicitud e identificación del proyecto.

En la subetapa de identificación se podrá confirmar la apreciación inicial de la comunidad o definir la verdadera naturaleza de los problemas y sus posibles soluciones; por lo tanto, definirá si se trata de un proyecto de riego, de drenaje, de protección contra inundaciones o de la combinación de estos.

3.1.2.2. Límites del proyecto

Se establecerán a medida que avancen las actividades constitutivas de esta subetapa. Se parte de una extensión apreciada sobre la cartografía existente, la cual se irá

precisando cuando se efectúe el reconocimiento de campo.

Debe entregarse la ubicación del proyecto sobre cartografía IGAC escala 1:10.000 (si existe), o escala 1:25.000.

3.1.2.3. Condiciones de topografía y suelos

Se efectuará una revisión de los estudios existentes de la clasificación general de suelos para riego y drenaje, con el objetivo de seleccionar las áreas y subáreas para riego y drenaje, con el fin de ser incluidos en un futuro plan de desarrollo agropecuario.

Se utilizarán límites físicos generales que permitan delimitar las áreas potencialmente aptas para desarrollar con riego y drenaje.

3.1.2.4. Situación de las condiciones sociales y de organización de los beneficiarios del proyecto

Con base en la información recopilada y analizada, especialmente la contenida en los planes o esquemas de ordenamiento territorial de las unidades territoriales con jurisdicción en el área beneficiada del proyecto, listados catastrales, información de la Secretaría de Desarrollo Departamental o Municipales, Umata, estudios y diagnósticos sociales locales, entre otros, que tengan relación con la situación social, cultural y organizativa de la población potencialmente beneficiada por el proyecto y de su área de desarrollo de actividades productivas, comerciales y sociales, se hará un resumen que contemple, entre otros, los siguientes aspectos:

- **Identificación de las unidades territoriales:** caracterización del territorio, estructura político-administrativa, acorde con los lineamientos, criterios e instrumentos (LCI) de la UPRA.
- **Demografía:** rasgos históricos y culturales de la población, dinámica y estructura poblacional, descripción de la población según condición étnica (para el caso de comunidades étnicas), social y económica, nivel de escolaridad en general.
- **Calidad de vida:** descripción de la vivienda, servicios públicos, educación, salud, fuerza de trabajo, gastos de las familias, situación actual alimentaria y condiciones de las vías.
- **Instituciones y organización comunitaria:** descripción de las organizaciones comunitarias, ubicación y relacionamiento de los líderes e instituciones que pueden apoyar el desarrollo del proyecto.
- **Seguridad alimentaria:** identificación de la forma en que mejorarían las condiciones de alimentación de los beneficiarios y contribución en la unidad territorial.

- **Ordenamiento social de la propiedad:** listado de los posibles o potenciales beneficiarios, que incluye el nombre del beneficiario o poseedor, tipo y estado de posesión del predio, área del predio (en ha. y su equivalencia en UAF) y el área que los usuarios pretenden regar.
- **Estrategia de participación:** planteamiento de una estrategia de participación, si el proyecto es viable desde lo técnico y lo social, teniendo en cuenta las características y condiciones sociales, culturales de los beneficiarios y los LCI de la UPRA para este fin.
- **Conclusiones y recomendaciones:** con base en el estudio social, presentación de una breve conclusión y recomendación de la viabilidad y sostenibilidad social y participativa del proyecto de adecuación de tierras.

3.1.2.5. Disponibilidad de agua

Se deberá(n) identificar la(s) posible(s) fuentes de abastecimiento para el proyecto. De estar disponible, se relacionará la información sobre el caudal y la calidad del agua de las fuentes identificadas.

3.1.2.6. Zonas inundables o con problemas de drenaje

Se identificarán y localizarán las zonas que presenten problemas de inundación, bien sea ocasionados por desbordamientos de fuentes superficiales o por encharcamientos de aguas lluvias, ocasionados por las condiciones de topografía y suelos que dificultan o restringen el drenaje adecuado.

3.1.2.7. Situación agropecuaria

Se recopilará y analizará la información relacionada con las actividades agrícolas y pecuarias, las entidades y organizaciones presentes en la zona relacionadas con apoyo, crédito al sector agropecuario y agremiaciones de productores. Se identificarán las limitantes a la producción agropecuaria y la relación con la problemática planteada por los futuros usuarios, en lo posible como se describe a continuación:

- **Actividades agrícolas:**
 - Productos actuales e identificados para el nuevo proyecto en identificación
 - Precios unitarios de venta
 - Porcentaje de la producción destinado a la comercialización
- **Actividades pecuarias:**
 - Productos actuales e identificados para el nuevo proyecto en identificación
 - Precios unitarios de venta
 - Porcentaje de la producción destinado a la comercialización

- Servicios de apoyo a la producción:
 - Disponibilidad de maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades de la producción agropecuaria
 - Disponibilidad de maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades de comercialización y agroindustria, de la producción agropecuaria
 - Limitantes a la producción agropecuaria
 - Limitantes de comercialización
 - Entidades financieras presentes en la zona
 - Capacidad crediticia de los beneficiarios potenciales. Gremios con asiento en la zona
 - Organizaciones campesinas en la zona
 - Organizaciones de productores en la zona
 - Presencia de gremios de la producción y de centros de investigación

3.1.3. Situación ambiental

Con base en la información recopilada y analizada, se deberá establecer la coherencia entre el proyecto de adecuación de tierras y los instrumentos de ordenamiento territorial y ambiental. Se hará un resumen que contemple, entre otras, las siguientes variables.

3.1.3.1 Localización, área y fuente de abastecimiento

- **Localización y tipo de proyecto:** con base en la cartografía y otros medios visuales, se debe delimitar la localización del proyecto identificado, detallando información relevante como centros poblados, vías, cuerpos de agua, cobertura vegetal y localización de los predios por beneficiar.
- **Definición del tipo de proyecto identificado:** el tipo de proyecto se refiere al proyecto de riego, drenaje o protección contra inundaciones, siempre y cuando esté asociado con el proyecto productivo.
- **Determinación del área por desarrollar:** una vez se realice el análisis y estudio conjunto desde el punto de vista técnico y ambiental, se deberá determinar la máxima área potencial que conformará el área bruta, conocida como área por desarrollar.
- **Fuente de abastecimiento y tipo de fuente:** se debe establecer la fuente de abastecimiento de agua para el proyecto y especificar si es superficial o subterránea, determinar la distancia entre la fuente y el área por regar, delimitar la cuenca abastecedora, definir la macrocuenca a la que esta pertenece, la zona hidrográfica y las subcuencas.
- **Cuenca receptora:** de manera similar al abastecimiento, se debe identificar la cuenca receptora de las aguas de exceso de riego, drenaje y escorrentía superficial del proyecto, junto con el área por desarrollar.

3.1.3.2. Restricciones ambientales y características generales

- **Restricciones ambientales:** se debe establecer que el proyecto identificado no se encuentra localizado en el área de influencia directa o indirecta de áreas de restricción ambiental establecidas en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial.

Inicialmente, es necesario considerar que existen áreas de exclusión y conservación amparadas bajo la legislación ambiental vigente y convenios internacionales, por lo que se imposibilita en algunos casos su intervención y en otros se permite, con ciertas restricciones.

Las áreas consideradas de exclusión corresponden a:

- Sistemas de Parques Naturales Nacionales (parque nacional natural, reserva nacional natural, área natural única, santuario de fauna y flora, vía parque).
- Parques naturales regionales
- Suelo urbano
- Áreas arqueológicas protegidas
- Páramos
- Reservas forestales protectoras

Las áreas sujetas a restricciones o condicionantes corresponden a:

- Reservas de la biósfera
- Humedales Ramsar, otros humedales, cuerpos de agua y drenajes dobles
- Reservas forestales de la Ley 2 de 1959
- Sustracciones a reservas forestales de la Ley 2 de 1959
- Resguardos indígenas
- Tierras de comunidades negras
- Distritos de manejo integrado
- Distritos de conservación de suelos
- Áreas de recreación
- Reservas naturales de la sociedad civil
- Áreas de patrimonio mundial y paisajes culturales
- Zonas de reserva campesina

- **Características ambientales generales de la zona del proyecto:** con base en la información recopilada y analizada (Pomca, POT, EOT, IGAC, Sinap, Tremarctos Colombia, Ideam, autoridades ambientales, etc.), se deberán establecer las características ambientales generales del área del proyecto, donde se incluyan los tipos de ecosistemas existentes.
- **Ordenamiento territorial:** con base en el Pomca



Foto: Archivo UPRA

correspondiente para la fuente de abastecimiento y el POT de los municipios donde se desarrollará el proyecto, es necesario realizar un estudio sobre:

- Conflictos de uso: que puedan generarse entre la construcción del proyecto propuesto y los diferentes programas y proyectos establecidos en los Pomca o POT. En consecuencia, el área por desarrollar con el proyecto debe estar considerada como área de desarrollo agropecuario o afín.
- Concesiones de agua: otorgadas en la fuente o fuentes hídricas del proyecto.

3.2. PERFIL DEL PROYECTO

En esta etapa, el organismo público ejecutor, el originador de la iniciativa o los posibles usuarios deberán elaborar un perfil sobre las características físicas, climáticas, productivas, de la comercialización, aspectos agropecuarios, sociales y organizativos más sobresalientes de la zona de posible afectación y de su área de influencia, identificando las principales actividades económicas y las restricciones ambientales, agroeconómicas, tecnológicas, legales y de comercialización e infraestructura que limiten el buen desempeño de la producción agropecuaria y, en general, del proyecto.

Dicho perfil debe describir la situación agropecuaria local actual, identificar posibles medidas para dinamizar la producción y plantear recomendaciones para el mejoramiento de la situación socioeconómica local y de la región.

Se requiere realizar un perfil detallado de la situación de la zona de posible afectación, derivado de la revisión y actualización de la información recopilada sobre las características físicas, climáticas y socioeconómicas más sobresalientes de la zona, identificando las restricciones sociales, económicas, de infraestructuras (social y económica), ambientales, agroeconómicas, tecnológicas, de mercado y comercialización que resultan en la situación actual y que limitan el desempeño de la producción agropecuaria, las restricciones que encuentran los productores para modificar la explotación de sus predios.

3.3. PLANEACIÓN

Se establecerá de manera preliminar la magnitud del proyecto (área), los beneficiarios potenciales y sus condiciones sociales, el interés en participar en el desarrollo del proyecto, el número y tamaño de los predios por beneficiar y sus formas de tenencia y las perspectivas o

proyecciones de la producción agropecuaria, atendiendo los puntos que a continuación se enumeran.

3.3.1. Mercado

Con base en la información recopilada se definirán los siguientes parámetros:

- Conformidad de las actividades agrícolas o pecuarias propuestas con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo.
- Determinación de la evolución en los últimos cinco años de los volúmenes y los precios de los diferentes productos agropecuarios, a nivel local, municipal y departamental para los proyectos de pequeña escala y adicionalmente a nivel nacional para los proyectos de mediana y gran escala.
- Descripción del mercado para la producción actual y para la producción del proyecto, relacionando los compradores y su ubicación espacial, las cantidades compradas y las épocas o periodicidad de la compra, los precios pagados, el estado de las vías y los costos de transporte de la producción actual y esperada con el plan de producción propuesto. Asimismo, es indispensable establecer si la producción contribuirá a garantizar la seguridad alimentaria local.

3.3.2. Aspectos técnicos

Con base en la problemática presente en la zona de interés, se realizará el planteamiento del tipo de proyecto y de las obras requeridas: riego, drenaje, protección contra inundaciones y propósito múltiple.

En aquellos casos donde la identificación haga evidente las obras requeridas, estas se deben relacionar, teniendo en cuenta, como mínimo, los siguientes componentes:

- Obras de captación
- Obras de conducción
- Obras de distribución
- Embalses
- Obras de drenaje
- Obras de protección contra inundaciones
- Vías e infraestructura para el proyecto

3.3.2.1 Área por beneficiar

Se delimitará el área máxima identificada, para ser considerada en el proyecto. Los límites del proyecto y de los sectores por beneficiar se localizarán sobre la cartografía disponible utilizando como límites accidentes topográficos y naturales, así como puntos arcifinios de





fácil localización e identificación. Se deberá establecer la superficie total en hectáreas.

3.3.3. Origen de la iniciativa y mecanismos de financiación

Se debe aclarar e incluir en el informe la procedencia de la iniciativa para la realización del proyecto de adecuación de tierras. Si dicha iniciativa proviene de la comunidad, se debe hacer la relación de requisitos, procedimientos y trámites para lograr la financiación del proyecto.

3.3.3.1. Mecanismo de financiación de asociaciones público-privadas (APP)

De acuerdo con la normatividad vigente y la Ley 1508 de 2012, se cuenta con el mecanismo de las asociaciones público privadas (APP) para la ejecución de proyectos.

Si el proyecto se desarrolla en el marco de una APP, se deberán revisar los requerimientos que para este caso se tienen, y se definirá si el proyecto corresponde a una APP de iniciativa privada o pública.

Se deberá cumplir con los requerimientos de cada caso y realizar los trámites que se ajusten en dependencia de lo presentado por el originador de la iniciativa y de la viabilidad que se tenga de los estudios.

Se deberá establecer la viabilidad de identificación presentada por el originador y el paso a la siguiente etapa de concepción del proyecto.

Por último, se revisará si el proyecto forma parte de algún plan nacional, departamental o municipal de desarrollo o sectorial, y, teniendo en cuenta los potenciales financiadores, se definirán las posibles alternativas de ejecución del proyecto.

3.3.3.2. Mecanismo de financiación estatal directa

Se debe verificar si el proyecto corresponde al plan nacional/departamental/municipal de desarrollo o sectorial. Dentro del mecanismo de APP, dependiendo del origen de la iniciativa, se requiere identificar el financiamiento y el proceso de selección de la empresa privada que participaría.

Es necesario tener en cuenta lo estipulado en la Ley 41 de 1993 y sus decretos reglamentarios y los requisitos establecidos por las entidades que promueven los programas o convocatorias. Por otra parte, se resalta que la AOM debe estar a cargo de las asociaciones de usuarios, las cuales podrán delegar esta función.

3.3.3.3. Gestión integral del proyecto

Se deben establecer posibles agendas de servicios complementarios orientados a los posibles beneficiarios, para articular los actores de las cadenas existentes o potenciales del área del proyecto, y promover la creación de las organizaciones regionales de cadena, a fin de que, a través de estas, se identifiquen los puntos críticos y las ventajas competitivas de dicha cadena, con miras a formular las estrategias de acción. Estos son los posibles servicios complementarios:

- Gestión para las cadenas productivas: con base en la información de mercado, las alternativas del plan agropecuario, el diagnóstico de la situación socioeconómica y agropecuaria de la zona del proyecto y demás información básica existente, se identificarán los planes de negocios que promuevan el desarrollo agropecuario del área de influencia del distrito de riego, y se establecerán el grado de compromiso, la aceptación por parte de los productores, los requerimientos de servicios complementarios y el acompañamiento en estos temas.
- Desarrollo empresarial: a partir del análisis de la información social, económica y productiva de los potenciales beneficiarios, se debe establecer el grado de desarrollo empresarial de la comunidad, con miras a la futura administración, operación y mantenimiento del distrito, no solo desde el punto de vista técnico de la infraestructura, sino del desarrollo agropecuario, mercadeo y comercialización de los productos.

3.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: VIABILIDAD DE LA SEGUNDA SUBETAPA

Resumir en las conclusiones y recomendaciones los puntos más destacados de la identificación que permitan determinar la viabilidad del proyecto en la segunda subetapa.

Las conclusiones y recomendaciones deben considerar los siguientes puntos sobre el proyecto:

- Es o no atractivo o viable.
- Pasa a la subetapa de prefactibilidad.
- Se aplaza.
- Se rechaza.
- Es necesario obtener información adicional y ampliar los análisis de identificación.

3.5. RECOMENDACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ADICIONAL

Como se indicó anteriormente, la subetapa de identificación se adelanta con información secundaria, y en la preparación del perfil del proyecto se pueden encontrar circunstancias técnicas, ecológicas, legales, sociales, económicas, de comercialización o una combinación de ellas ante las cuales el nivel de información no es suficiente para determinar en forma preliminar la viabilidad de un proyecto que parezca atractivo. Si esto llegara a ocurrir, se deben identificar y recomendar las investigaciones o estudios por ejecutar antes de adelantar la subetapa de prefactibilidad.

Igualmente, se debe indicar la necesidad de adelantar medidas para obtener información adicional que se utilizará en la siguiente subetapa, por ejemplo, cuando no se disponga de estaciones hidrométricas en las fuentes de agua contempladas, estaciones climatológicas, etc.

3.6. INFORME DE IDENTIFICACIÓN

A continuación, se presenta la estructura general del informe de identificación que debe presentarse, el cual tendrá que cumplir con lo establecido en este manual y en la «Guía para la etapa de preinversión en proyectos de adecuación de tierras» (Forero *et al.*, 2018).



Capítulo 1. Introducción

- Origen de la identificación del proyecto
- Actividades previas realizadas
- Organismos gubernamentales y otras organizaciones participantes
- Potenciales mecanismos de financiación
- Forma, plazos y condiciones en que se preparó el estudio de identificación

Capítulo 2. Caracterización de la zona de influencia del proyecto

La zona de influencia es la región geográfica sobre la cual tendrá efecto el proyecto en términos productivos, comerciales y sociales. Se describirán los siguientes aspectos:

- Generalidades geográficas
- Información espacial
- Información cultural
- Información político-institucional
- Demografía
- Ordenamiento social de la propiedad
- Aspectos socioeconómicos
- Caracterización climatológica
- Caracterización geológica y geomorfológica
- Actividades económicas
- Actividades agropecuarias
- Vías, transporte y su relación con la comercialización de la producción agropecuaria
- Infraestructura de comercialización agropecuaria

Capítulo 3. Determinación del tipo y características generales del proyecto

- Definición del problema o necesidad
- Localización y límites del proyecto
- Condiciones de topografía y suelos
- Beneficiarios potenciales
- Fuente de abastecimiento
- Tipo de proyecto requerido (riego, drenaje, protección contra inundaciones, combinaciones de varios sistemas, propósito múltiple)
- Caracterización agropecuaria
 - Productos existentes y propuestos para el proyecto en identificación
 - Mano de obra (oferta, especialización).
- Ventajas y límites de la producción y comercialización
- Mercado
- Situación ambiental

Capítulo 4. Requerimiento de obras

- Tipos de obras
- Áreas por beneficiar
- Obras complementarias (vías, infraestructura)

Capítulo 5. Origen de la iniciativa y mecanismos de financiación

- Origen de la iniciativa
- Financiación

Capítulo 6. Gestión integral del proyecto

- Gestión para las cadenas productivas
- Desarrollo empresarial

Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

- Tipo de proyecto
- Magnitud del proyecto
- Interés por el proyecto
- Recomendaciones sobre las acciones por seguir
 - Pasar a la etapa de prefactibilidad
 - Aplazar el proyecto
 - Rechazar el proyecto
- Obtención de información adicional

Planos y mapas que deben presentarse

- Ubicación del proyecto sobre cartografía o imágenes a escala mínima 1:25.000, en lo posible, de mayor detalle
- Área del proyecto sobre la cartografía o imágenes utilizadas a la escala correspondiente y no mayor de 1:25.000
- Para proyectos de pequeña escala, cuando los predios por beneficiar se encuentren dispersos y no formen parte de un polígono compacto, se deberá presentar un plano sobre cartografía disponible o imágenes a escala 1:10.000, con la localización de los predios que potencialmente se beneficiarán con el proyecto

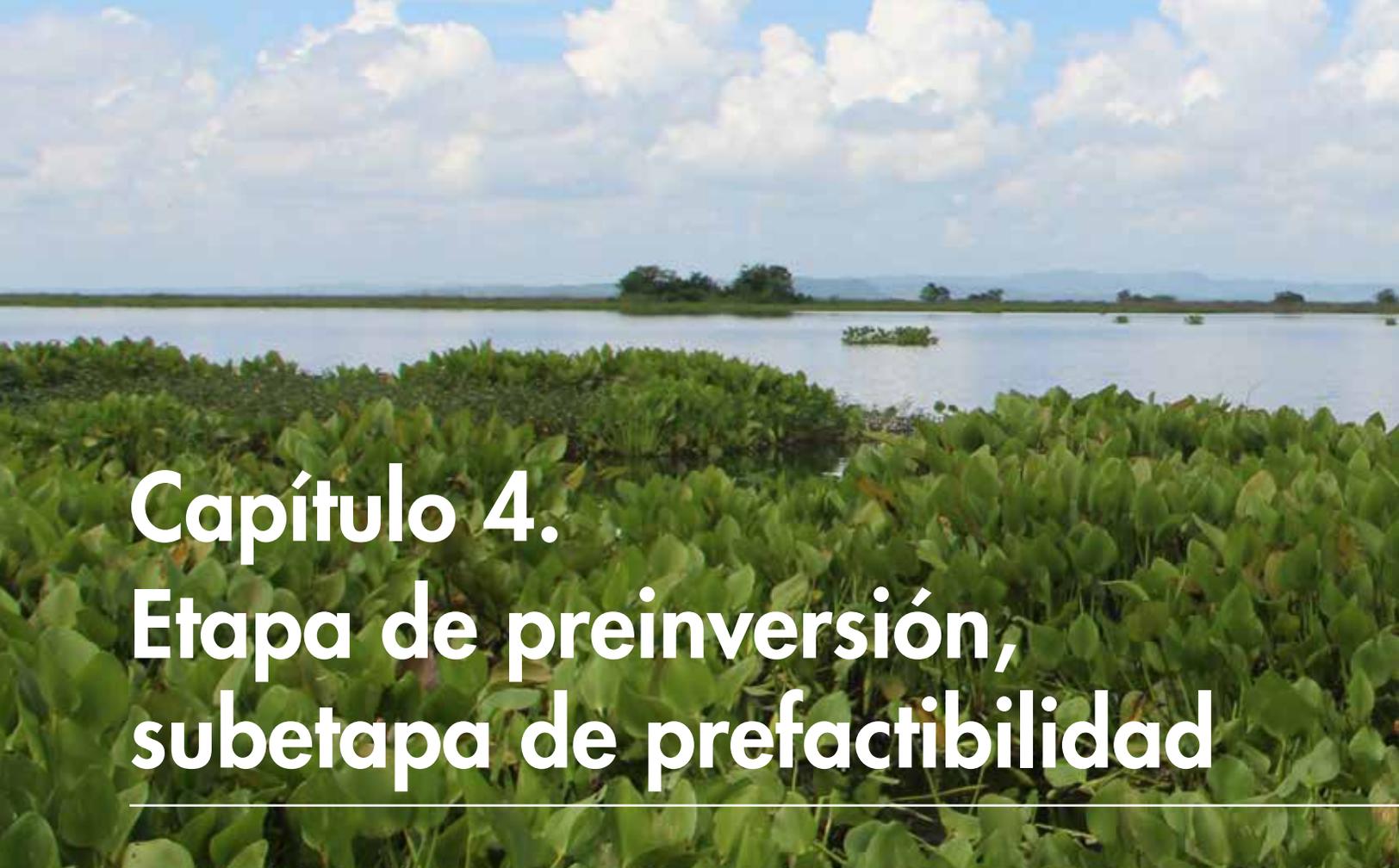
Anexo

Especialmente para los proyectos de pequeña escala, anexar el listado de usuarios potenciales, que contenga al menos la siguiente información: nombre, documento de identidad, tipo de posesión, área bruta del predio, área que se pretende beneficiar con riego (información suministrada por el usuario).





Foto: Archivo UPRA



Capítulo 4. Etapa de preinversión, subetapa de prefactibilidad

La prefactibilidad está destinada a plantear alternativas y estudiar soluciones a los problemas detectados, que requieren un análisis detallado y que deben ser resueltos antes de proseguir con las siguientes subetapas del proyecto.

En esta subetapa se realizan los estudios básicos no desarrollados en la identificación, los cuales permiten identificar alternativas y a la población beneficiada, establecer un plan agropecuario, e identificar las limitaciones y ventajas para el desarrollo del proyecto, con lo cual se tiene un grado mayor de detalle para el análisis y la definición del proyecto.

4.1. PROYECTOS QUE DEBEN SURTIR ESTA SUBETAPA

Esta subetapa se adelantará para los proyectos de mediana o gran escala que presenten las siguientes situaciones, como resultado de la subetapa de identificación:

- Proyectos en donde el abastecimiento de las aguas provenga de presas o embalses, acuíferos subterráneos o trasvases de cuencas.

- Proyectos en los que el drenaje o protección contra inundaciones sea el componente principal.
- Proyectos en los que la naturaleza y característica del problema por resolver lo requieran.

Para los proyectos de pequeña escala, se adelantará esta subetapa en caso de que la identificación no arroje la certeza técnica y se requieran estudios específicos antes de pasar directamente a la subetapa de factibilidad.

En esta subetapa se debe estudiar la condición o problema que llevó a la decisión de adelantarla. Si se demostrara que esa condición no es impedimento de la viabilidad del proyecto, se adelantarán las investigaciones y estudios requeridos para la subetapa de factibilidad.

4.2. ESTUDIOS QUE SE DESARROLLARÁN

A continuación, se presentan de manera detallada los estudios requeridos en este nivel para las diferentes especialidades, sin considerar el tipo de estudio(s) específico(s) que requieran desarrollarse para completar el análisis del problema o problemas que



originaron la necesidad de la prefactibilidad. Por lo anterior, y considerando que esta etapa está enfocada en el análisis de problemas específicos, solo se deben desarrollar los análisis, estudios y evaluaciones relacionados con el problema que dio lugar a la subetapa de prefactibilidad.

Los aspectos sociales deben adelantarse en todos los casos por pertenecer a un proceso definido de organización, integración y preparación de los beneficiarios y la comunidad con respecto al proyecto.

4.2.1. Estudios básicos

4.2.1.1. Cartografía (restitución)

De acuerdo con las normas establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), se efectuará el levantamiento aerofotogramétrico y cartográfico del área donde eventualmente podrían ubicarse las obras de los sistemas de riego, drenaje y protección contra inundaciones, así como de las estructuras requeridas en otros sistemas, como presas de regulación, vías y trasvases. Los planos serán a escala 1:10.000 con

curvas de nivel a intervalos máximos de 2,0 metros en zonas planas y de 5,0 metros en zonas de ladera. Adicionalmente, se debe entregar el correspondiente modelo digital de terreno.

Tras el análisis de la información cartográfica y aerofotográfica disponible, se definirá el área por aerofotografiar y restituir; antes de iniciar esta actividad, se deberá presentar a la interventoría el área que se estime más aconsejable, de conformidad con los propósitos del proyecto. Para lo anterior, se deberán efectuar las diferentes actividades de toma de aerofotografías, aerotriangulación, fotocontrol, nivelación de precisión, restitución, dibujo, nomenclatura y materialización.

La información cartográfica existente, incluyendo las fotos de diferentes épocas, es útil para evaluar los comportamientos de cauces, zonas inestables y otros aspectos técnicos. También se podrán utilizar, en la medida en que resulten aplicables, imágenes de satélite y de radar, y se puede considerar la adquisición de datos LiDAR para complementar la información proveniente de las fotografías aéreas y generar el modelo de elevación de terreno.

4.2.1.2. Geología

Se preparará un mapa geológico general del área restituída, a escala 1:50.000 o mayor, que incluya las cuencas aledañas aferentes a la fuente de agua. Este llegará a niveles de las grandes unidades geomorfológicas, estratigráficas, litológicas y tectónicas. Se establecerá la composición mineralógica de los cuerpos rocosos, se identificarán las áreas en proceso de meteorización y erosión, las laderas inestables y sus principales causas. Se indicarán, a nivel preliminar, las posibles fuentes de materiales existente en el área o de áreas aledañas para la construcción y conservación de las obras.

Es necesario confirmar la actividad de las fallas geológicas locales y regionales, para lo cual se requiere emprender un estudio de neotectónica, o sea, evaluar la actividad reciente de las fallas a través del reconocimiento de estas por evidencias geológicas y geomorfológicas.

4.2.1.3. Geomorfología

Se preparará un mapa geomorfológico general del área restituída, a escala 1:50.000 o mayor, que incluya las cuencas aledañas aferentes a la fuente principal de agua. Se delimitarán las unidades propias de la dinámica fluvial (terrazas, planos aluviales, cauces abandonados, entre otros).

Se realizará un análisis por fotointerpretación sobre aspectos de dinámica fluvial, como dinámica de los cauces, procesos activos de socavación y depósitos de sedimentos, para evaluar su comportamiento futuro e identificar los riesgos para la estabilidad de las obras. Dichas fotografías, trazados y mediciones deben incluirse como anexo al informe de análisis.

Se determinarán y analizarán la génesis, evolución, características litológicas, tectónicas y procesos denudativos, con el fin de establecer el comportamiento sobre el área donde se emplazarán las obras, así como las posibles zonas de influencia.

Se analizará la dinámica de las corrientes evaluadas y las fuentes aledañas, así como los arroyos y caños afluentes donde se hayan identificado procesos activos que puedan tener influencia sobre la evolución y estabilidad de las unidades geomorfológicas aledañas y su modificación por la presencia de las obras proyectadas.

4.2.1.4. Geotecnia general

Se realizarán las investigaciones geotécnicas necesarias para asegurar la confiabilidad de los prediseños, incluyendo apiques, barrenos y, si se requiere, sondeos geoeléctricos, complementados con ensayos de laboratorio.

Dicha confiabilidad se debe lograr con un plan de trabajo que determine y justifique el especialista en geotecnia, acorde con el nivel de complejidad del proyecto, que debe incluir, además de la exploración del subsuelo en las diferentes estructuras por diseñarse, la caracterización física y mecánica de las muestras alteradas e inalteradas del plan propuesto. Dichos resultados deberán ser incluidos como anexos del informe de análisis, el cual deberá incluir una selección de parámetros geotécnicos que conlleven determinar la capacidad de soporte, asentamientos previstos y estabilidad de las estructuras planteadas. Este plan de trabajo estará relacionado, referenciado y orientado a partir de las normas técnicas colombianas NTC, RAS 2000 (título G) o NSR vigentes en lo referente a geotecnia.

4.2.1.5. Riesgo sísmico

Conviene establecer el estudio de riesgo sísmico en un sitio equidistante de las alternativas o los proyectos planteados, de tal manera que el resultado pueda ser aplicable comparativamente en todos los casos. El parámetro básico que debe obtenerse para utilizarlo en los análisis preliminares de las obras corresponde a la aceleración máxima probable en la roca.

Por otra parte, es necesario confirmar la actividad de las fallas geológicas locales y regionales, para lo cual se requiere emprender un estudio de neotectónica o evaluar la actividad reciente de las fallas a través del reconocimiento de estas por evidencias geológicas y geomorfológicas.

4.2.1.6. Hidrología

El propósito principal del estudio hidrológico es la evaluación de la(s) posible(s) fuente(s) superficial(es) de agua para el abastecimiento al área del proyecto y el establecimiento de los requerimientos de obras de regulación de caudales, de protección contra inundaciones y de drenaje.

En los casos de las corrientes para las que no se dispongan de series de información hidrométrica, se utilizarán modelos lluvia-caudal calibrados con información hidrométrica directa.

Se recopilará, complementará y evaluará la información hidrológica de las fuentes principales (caudales, niveles, entre otros) mediante los correspondientes análisis de frecuencia, caudales y excesos de lluvias.

El estudio contemplará los niveles máximos, medios y mínimos en la fuente de suministro de agua para riego, y de los cauces que puedan servir como fuente de suministro de agua, analizando diferentes periodos de retorno, con el fin de seleccionar la alternativa óptima para el suministro de agua.



- Caudales decadales

Se complementarán los análisis realizados en la etapa de alternativas de suministro de agua. La información de caudales recopilada se evaluará y correlacionará con base en los registros disponibles más recientes, para obtener series decadales homogéneas apropiadas para los propósitos del estudio, que cubran un periodo mínimo de diez años.

- Curvas de duración de caudales

El análisis de la información de caudales de los ríos y quebradas consideradas como posibles cuencas buscará establecer la curva de duración de estos.

- Caudales y niveles mínimos

En todas las corrientes de agua que se consideren como alternativas de abastecimiento para la zona del proyecto, se deberán estimar los caudales y niveles mínimos decadales para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años, consolidando los registros históricos y procesando estadísticamente el resultado, para considerar situaciones de simultaneidad.

- Caudales máximos

En los sitios de captación de las fuentes de agua deberán determinarse los caudales máximos instantáneos para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años. Para los ríos sujetos a protección contra inundaciones, deberán definirse además los hidrogramas correspondientes a las crecientes máximas para diferentes periodos de recurrencia, los cuales deberán ser propagados a lo largo del cauce, con el fin de obtener los valores pico en los diferentes puntos de interés y su duración, teniendo en cuenta aportes de tributarios y flujo lateral, derivaciones, etc.

- Niveles máximos

Para los casos en que se requieran estudios de protección contra inundaciones en ríos o corrientes que afecten el área del proyecto, se deberán recopilar y procesar los datos de niveles registrados en dichos ríos y calcular los valores máximos para diferentes periodos de recurrencia.

- Modelos de tránsito de caudales

Los resultados de los análisis de caudales y niveles extremos se utilizarán en modelos del tránsito de caudales en los tramos pertinentes de los ríos y quebradas cercanos a las posibles bocatomas para el suministro de riego, y en otras en las cuales se hayan identificado requerimientos de protección contra inundaciones. Esto, con el fin de establecer las características de los diques y las obras de

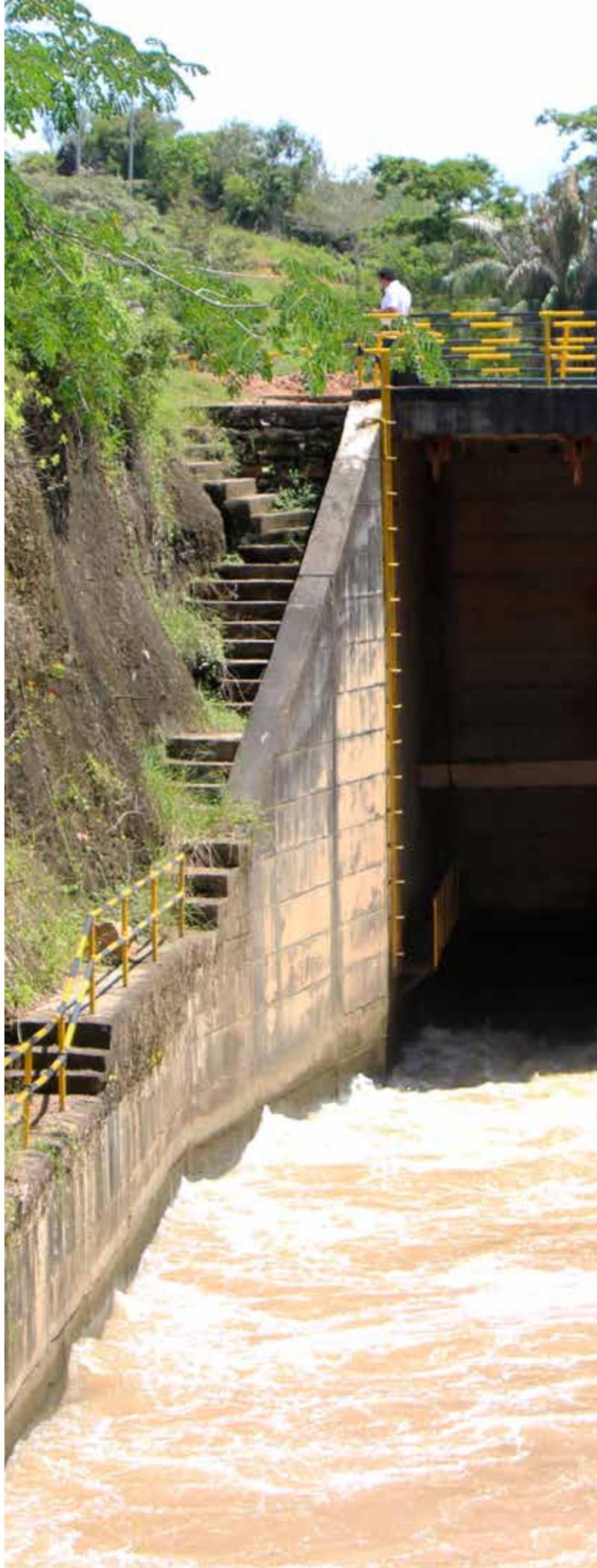




Foto: Archivo UPRA

control requeridas, y de prediseñar las bocatomas, obras de captación y otras complementarias que se requieran.

- Calidad de agua

Los índices fundamentales son la conductividad eléctrica, la relación de absorción del sodio y el carbonato de sodio residual. Se utilizarán las normas del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (U. S. Salinity Laboratory) sobre clasificación de la calidad de aguas para riego. Se consultarán además las normas vigentes sobre calidad de agua para uso agropecuario, las cuales se compararán con análisis de calidad de agua físico-química y bacteriológica de las fuentes de abastecimiento estudiadas.

Como resultado de los análisis hidrológicos, se deberá contar, como mínimo, con la siguiente información, dependiendo de las obras consideradas en el plan de ingeniería:

- Captación directa de fuente superficial
 - Mapa de la cuenca donde se localiza la captación.
 - Curvas de duración de los caudales medios diarios.
 - Determinación de los caudales característicos.
 - Distribución temporal de los caudales medios mensuales.
 - Análisis de frecuencia de los caudales máximos y mínimos para periodos de retorno de cinco a cien años.
 - Determinación del caudal ecológico o ambiental.
 - Determinación de otros usos de agua en la cuenca.
 - Balance hídrico = oferta - demanda.
 - Cálculo del índice de uso del agua.
- Presas de almacenamiento
 - Estimación del tamaño del embalse, por medio del balance de entradas y salidas, que incluya:
 - * Caudales de entrada
 - * Precipitaciones directas sobre el embalse
 - * Necesidades de riego de los cultivos
 - * Evaporación directa del embalse
 - * Infiltración
 - * Embalse muerto, borde libre, entre otros
 - * Predimensionamiento del vertedero de excesos y el túnel de desviación
- Obras de drenaje
 - Precipitaciones máximas anuales para días consecutivos de 1 a 5.
 - Análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas para días consecutivos.
 - Tiempo permisible de inundación de cada uno de los cultivos.
 - Determinación de los módulos de drenaje de acuerdo con las características de la textura de los suelos y del tiempo permisible de inundación.

- Protección contra inundaciones
- Volumen máximo que se embalsará cuando se contemple la construcción de una presa de regulación.
- Predimensionamiento de la presa, de las obras de desviación y del vertedero de excesos.
- Caudales máximos anuales.
- Análisis de frecuencias de caudales para diferentes periodos de retorno.
- Niveles máximos asociados a los caudales determinados por medio de las características hidráulicas y geométricas del cauce en estudio.

4.2.1.7. Sedimentología

Se recopilará y evaluará la información sedimentológica disponible o se efectuarán los muestreos necesarios sobre el transporte de sedimentos de fondo y de suspensión de las corrientes de agua superficial que se vayan a utilizar como fuente de agua para riego. Lo anterior tiene el propósito de analizar el comportamiento sedimentológico en el embalse, si es considerado, así como la estimación del embalse muerto y su incidencia sobre la vida útil del embalse y de las obras de captación (bocatomas y desarenadores); además, se busca cuantificar la incidencia de las cargas de sedimentos en las aguas captadas sobre los costos de mantenimiento del proyecto.

4.2.1.8. Cuencas hidrográficas

Con base en las fotografías aéreas o las imágenes más recientes disponibles, se realizará una fotointerpretación general del estado de conservación de las cuencas a escala 1:100.000, como indicativo del área; por su parte, con los estudios disponibles que se han adelantado en la zona del proyecto, se efectuará un diagnóstico general del estado de las cuencas, describiendo su cobertura vegetal, caracterización morfométrica y explotaciones agrícolas, pecuarias y bosques, identificando problemas críticos y áreas de impacto ecológico. Se prepararán recomendaciones y conclusiones a nivel de prefactibilidad sobre el estado de la cuenca, los problemas de manejo y conservación de esta y su incidencia sobre el desarrollo del proyecto.

4.2.1.9. Estudios hidrogeológicos

En los casos en que la fuente de suministro para el proyecto esté constituida por acuíferos subterráneos, se deberán adelantar los estudios hidrogeológicos respectivos, que cumplan al menos con los siguientes aspectos:

- Recopilación de la información geológica y geofísica existente (información secundaria).

- Reconocimiento en campo.
- Adquisición de datos de resistividad eléctrica de los sondeos eléctricos verticales con la densidad muestral necesaria en función de las características de la zona y la extensión del proyecto.
- Procesamiento, modelamiento e interpretación de capas geoelectricas de cada sondeo y su relación con la litología del subsuelo.
- Elaboración de perfiles geoelectricos del área de interés.
- Correlación de la interpretación geofísica con la información geológica.
- Procesamiento de datos, así como elaboración de la memoria de cálculo y del informe final con sus respectivos mapas, cuadros, registros fotográficos y gráficos, con recomendaciones y conclusiones. Lo anterior debe especificar la ubicación geográfica de los posibles puntos de localización de pozos profundos para abastecimiento de agua y el caudal esperado de ellos, el prediseño de los pozos, las cantidades de obra y el costo aproximado de esta.
- Para cada fuente o alternativa de suministro de agua para el proyecto, se deberá establecer la existencia de información secundaria referente a calidad de este recurso hídrico que pueda tener la Corporación Autónoma Regional competente, la Secretaría de Salud o la entidad que haga sus veces (sobre muestreos de agua cruda) o las empresas prestadoras del servicio de acueducto, entre otros. A la luz de la norma vigente, se debe definir el cumplimiento de los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso al uso agrícola y pecuario.
- Revisión y complementación de la información de las concesiones de agua otorgadas por la autoridad ambiental sobre las fuentes de agua en análisis.

Se debe verificar lo consignado en los capítulos dos («Uso y aprovechamiento del agua») y tres («Ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos») del Decreto 1076 de 2015.

4.2.1.10. Climatología y meteorología

El propósito de estos estudios es caracterizar debidamente las condiciones del clima del área de estudio que tengan incidencia en el planeamiento del desarrollo agropecuario, contar con la información necesaria para preparar un balance hídrico dentro de las actividades del plan agropecuario, y establecer las condiciones de precipitación extrema que inciden en la determinación de los módulos o coeficientes de drenaje y en el diseño de las obras.



- Características climáticas de la zona de estudio

Se caracterizarán las condiciones climáticas del área de estudio y su variación temporal y territorial, en términos de los parámetros que tienen incidencia en el planeamiento del desarrollo agropecuario de la zona, en la identificación de factores climáticos restrictivos o condicionantes del mismo y en el establecimiento de los requerimientos de riego y drenaje, de acuerdo con el plan agropecuario. Se deberán caracterizar, como mínimo, los parámetros que se relacionan con la evaluación de la evapotranspiración potencial, como temperatura, brillo solar, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar.

- Análisis de la información disponible sobre precipitación

A partir de la información básica recopilada, se realizará el análisis y la homogenización de las series y su complementación por medio de correlaciones y de la comparación entre estaciones sometidas al mismo régimen climático, para series decadales, anuales y mensuales.

- Precipitación media multianual

Para la zona del proyecto y para las cuencas de las fuentes de agua en consideración, se obtendrá la precipitación media multianual y su distribución en el año. A partir de las características físicas de los suelos, la topografía, la cobertura vegetal y la forma de la cuenca, se calculará el coeficiente de escorrentía y se determinará la precipitación efectiva para el área de estudio. También se establecerá el valor anual de la precipitación con un valor de excedencia del 75 %.

- Precipitación decadal

Para su utilización en el establecimiento de los balances hídricos, se deberán agrupar las lluvias diarias representativas de la zona del proyecto en totales decadales. Según el caso y el criterio del consultor, podrían considerarse periodos quincenales.

- Precipitación extrema y su variación territorial

Se efectuará un análisis estadístico de la precipitación extrema para periodos de uno a quince días consecutivos, utilizando los registros de precipitación diaria, para determinar los coeficientes de drenaje aplicables al área de estudio. Asimismo, mediante el análisis de tormentas históricas registradas simultáneamente en varias estaciones, se derivarán factores de reducción en función del área cubierta por la precipitación puntual.

- Curvas de intensidad, duración, frecuencia (IDF)

Con miras a la determinación de coeficientes de drenaje, es necesario establecer las intensidades máximas de precipitación para duraciones cortas, para lo cual se prepararán curvas de IDF en las estaciones que disponen de registros pluviográficos.

- Variabilidad climática

Se analizará la incidencia de los eventos de variabilidad climática sobre las variables climatológicas y meteorológicas, así como los valores extremos de las precipitaciones y los periodos de sequía, los cuales son la base para la definición de los requerimientos de riego, así como de los módulos de drenaje. Se deberá, además, hacer consideraciones sobre la posible duración y periodicidad esperada.

4.2.1.11. Suelos

Se deberán analizar los diferentes estudios de suelos existentes en el IGAC y, en términos generales, aportar los datos suficientes con el objetivo de conocer las características físico-químicas de los suelos que determinen las limitaciones o la aptitud para los cultivos propios de la región.

Se utilizarán mapas y fotografías aéreas a escala 1:100.000 o similar para la fotointerpretación y los chequeos de campo con una observación cada 400 o 500 ha., según la heterogeneidad del suelo.

La verificación de unidades, clases y subclases de suelos permitirá y orientará con mayor precisión los planes de desarrollo agropecuario, los requerimientos de riego, los sistemas de riego y drenaje, y el manejo idóneo de la tierra.

El estudio de verificación de suelos debe contemplar los siguientes aspectos:

- Descripción de los estudios existentes, su nivel de detalle y las necesidades de complementación.
- Descripción de los factores y procesos dominantes en la formación de los suelos y su relación con las diferentes posiciones fisiográficas.
- Leyenda del mapa de suelos para correlacionar las unidades de suelos con la posición fisiográfica y para clasificar los suelos según la capacidad de uso. Como mínimo, se deben describir las siguientes propiedades:
 - Condiciones texturales
 - Estructura
 - Porosidad
 - Limitaciones físicas
 - Limitaciones químicas
 - Color

- Profundidad efectiva
- Pendiente
- Erosión
- Conductividad hidráulica (infiltración por unidad de suelos)

- Descripción de las unidades, teniendo en cuenta las características físicas y químicas, y la fertilidad.
- Aptitud y uso de los suelos, sus limitaciones y el uso potencial con proyecto. Se debe describir detalladamente las siguientes características de los suelos:

- Clases y subclases de la unidad
- Grupos de manejo
- Factores limitantes (salinidad, pedregosidad, erosión)
- Conclusiones que permitan determinar las áreas adecuables y las no adecuables, describiendo los sistemas requeridos de adecuación de acuerdo con los tipos de explotación propios de la zona.

El informe anterior debe acompañarse de los mapas existentes de suelos, un cuadro con las principales características físico-químicas y una descripción de los perfiles representativos.

El estudio de suelos y los productos que se generen a partir de este deberán cumplir con lo contenido en la publicación de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) titulada «Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios: metodología a escala general (1:100.000)» (Rodríguez, Flórez y Siachoque, 2013).

4.2.1.12. Situación agropecuaria actual

Desde el punto de vista agropecuario, es necesario describir la situación actual de las explotaciones, indicando los sistemas de explotación empleados y su tecnología aplicada, con los correspondientes rendimientos alcanzados (según las calidades), para el caso agrícola, y los coeficientes técnicos, para el caso pecuario. Asimismo, es necesario evaluar los limitantes de la producción, incluyendo un inventario y el estado de la maquinaria agrícola. Se deben elaborar los patrones tecnológicos y de costos e ingresos de la producción de los cultivos y de la ganadería para cada tipo de explotación en la región, considerando los costos de insumos, mano de obra, transporte, maquinaria agrícola, asistencia técnica, administración, intereses, imprevistos y otros pertinentes, definidos en unidades de hectárea por cosecha, hectárea al año o por unidad de producción, en pesos corrientes y en valores de mercado, para el año en que se realiza el estudio.

La recopilación de la información debe incluir las encuestas a los productores sobre las condiciones y

limitantes de la producción en la zona del proyecto, de manera que se complemente la información secundaria recopilada.

Características agrícolas:

- Descripción física del área del proyecto
- Distribución predial en las unidades de suelos
- Mapa de uso actual del área de interés
- Análisis de las condiciones edafoclimáticas
- Identificación de los cultivos y prácticas agronómicas
- Caracterización y dimensión de la producción agrícola
- Patrones de costos de los usos agrícolas actuales
- Condiciones de la mano de obra y los empleos actuales
- Servicios complementarios existentes y requeridos para el proyecto
- Análisis DOFA de los usos agrícolas y la situación del proyecto.

Características de la ganadería:

- Pastos: áreas, tipos, características principales, sistemas de pastoreo, rotaciones, control de malezas, manejo aplicado de forrajes.
- Tipo de erosión por pastoreo.
- Tipos de explotación pecuaria: cría y levante, leche, doble propósito, ceba, combinaciones.
- Población ganadera: clasificación según categorías, capacidad de carga actual de los pastos, en cabezas/ha o unidad de gran ganado por hectárea (UGG/ha).
- Sistema de explotación pecuaria: tecnología aplicada, razas existentes y sus cruces, instalaciones, equipos y maquinarias.
- Rendimientos: cuantificación de coeficientes técnicos, rendimientos de carne y leche en kg/ha/año y leche en litros/ha/año.
- Valoración y jerarquización de las limitantes de la producción: crédito, adecuación de tierras, inseguridad, capacidad financiera, capacidad empresarial, infraestructura vial, mercados, canales de comercialización.

4.2.1.13. Situación actual de ingeniería

Desde el punto de vista de la infraestructura actual, es necesario conocer el tipo y estado de las obras civiles existentes de vías, protección contra inundaciones, riego, drenaje y cualquier otro tipo de obra de infraestructura que tenga relación o beneficie el proyecto de adecuación de tierras.

Se deberá establecer el estado en que se encuentra, es decir, si cumple con su función (aun con el nuevo proyecto propuesto) o debe ser reemplazada o rehabilitada.

Todas las obras identificadas deberán ser inventariadas, evaluadas y localizadas. Con respecto al inventario

de obras existentes, se deberá elaborar un registro detallado en el que se presente su descripción, estado de funcionamiento, condición de estabilidad y estado estructural. Además, tal inventario debe contener las condiciones de funcionamiento u operación, dimensiones y características principales, los materiales de construcción, problemas evidentes, la capacidad de funcionamiento, sea hidráulica o de carga, funcionalidad y un esquema que representa su ubicación, geometría y condiciones de funcionamiento.

En caso de considerarse su integración en las soluciones analizadas a nivel de prefactibilidad, se deberá realizar el análisis detallado de estas estructuras, considerando los aspectos hidráulicos, estructurales, la estabilidad, el estado actual y la vida útil de las obras.

4.2.1.14. Mercado

Con respecto a los productos agropecuarios obtenidos en la condición actual y en el área identificada para desarrollar el proyecto, y respecto de aquellos productos adicionales que son factibles de ser obtenidos con el proyecto en dicha área, se requiere establecer que la producción agrícola o pecuaria propuesta será coherente con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo. Además, se identificarán los canales, agentes y circuitos de comercialización, así como los precios (a nivel de finca o del productor), según las calidades y su estacionalidad, y las cantidades, también según las calidades y el destino final de la producción.

Se deberá realizar un análisis preliminar de la competitividad de la producción incremental esperada con el proyecto, frente a la importación de los mismos productos o de productos equivalentes, teniendo en cuenta la globalización de la economía y los mercados bilaterales y multilaterales. Para lograr lo anterior, deben incluirse los tratados de libre comercio (TLC) suscritos o por suscribir por parte del Gobierno nacional con otros países, teniendo presente su impacto a nivel local.

Se hace necesario formular una estrategia para la comercialización, indicando las entidades u organizaciones que proveerán la infraestructura.

Los resultados de los estudios de mercado deberán orientar la formulación del plan agropecuario, en la subetapa de factibilidad, para lo cual dichos estudios se realizan en dos niveles, a saber:

- A partir de un diagnóstico del uso actual y potencial del suelo por beneficiar con el riego (o sea, con el proyecto), se realizará una priorización de posibles productos agropecuarios, los cuales podrían incrementar su producción en el mercado,

a precios que sean atractivos para los productores y los consumidores. Como resultado de esta labor, se genera una lista de dichos productos, con las cantidades máximas que se ofrecerán y los precios de venta esperados, según características, variedades, calidad y presentación, indicando los momentos o las épocas y lugares de la venta.

- Con base en los volúmenes de los productos esperados, por cada una de las alternativas del plan agropecuario es necesario demostrar que dichos volúmenes de producción para las variedades propuestas tendrán una demanda efectiva, indicando los sitios de venta y su estacionalidad, los compradores (con sus respectivos volúmenes), los precios, la forma de pago, así como la calidad y presentación exigidas. Además, se tendrá que establecer la disponibilidad de la infraestructura para la comercialización y los costos de transporte.

Los estudios de mercado deberán incluir las siguientes actividades:

- Recopilación de información

Mediante investigación bibliográfica y consultas a representantes de entidades o personas con conocimiento en los procesos de producción, destino y uso de los productos agropecuarios actuales y esperados con el proyecto, se deberá identificar, revisar y obtener información de los sitios de producción y los lugares para la venta:

- Evolución que han tenido los volúmenes de producción y el consumo de los bienes agropecuarios generados actualmente en el área del proyecto y de aquellos que posteriormente pueden producirse en el proyecto, teniendo en cuenta los destinos de la producción.
- Evolución histórica, variaciones estacionales y situación actual de los precios de los productos agropecuarios en sus diferentes calidades, presentaciones y variedades en los mercados actuales y potenciales.
- Sistemas de venta y forma de pago de los productos en los principales eslabones de la cadena de comercialización.
- Políticas sobre el desarrollo del sector agropecuario y posibilidades de importación y exportación de los

productos contemplados en el plan agropecuario, dentro del marco de mercados regionales, nacionales e internacionales.

- Influencia y capacidad de negociación de las asociaciones gremiales y de los productores individuales en los mercados de sus respectivas líneas agropecuarias.

De esta actividad, se preparará un informe en el cual se presente, de una manera ordenada, toda la información obtenida.

- Análisis de la producción

Se deberán analizar las características de la oferta local, municipal y regional del tipo de productos agropecuarios actualmente producidos en el área del proyecto y de los que potencialmente podrían obtenerse con este, teniendo en cuenta la estacionalidad de la producción en la zona del proyecto y en otros sitios potenciales de producción, que puedan competir con la producción del futuro proyecto.

- Análisis del consumo

Tendrá como propósito establecer las características de la demanda, haciendo énfasis en la identificación de las exigencias de los compradores de la producción obtenida actualmente en la zona del proyecto (sitios de venta o destinos de la producción) y los usos, para las variedades específicas de los productos vendidos y los que potencialmente pueden generarse con el distrito. Se deberán establecer las cantidades, las calidades y la forma de presentación de los productos, así como la estacionalidad para cada sitio o mercado específico que se presenta actualmente; también es necesario establecer las proyecciones del consumo, teniendo en cuenta las preferencias de actuales y eventuales consumidores con respecto a variedades, presentación y calidades específicas.

- Análisis de los precios

Se deberá realizar un estudio de la evolución histórica de los precios de los productos agropecuarios actuales

y potenciales, a nivel local, municipal regional, nacional e internacional, conforme a la información secundaria. Es indispensable identificar y analizar los posibles ciclos y estacionalidades de los precios, en valores corrientes y reales, tanto para el productor como para otros integrantes de la cadena de comercialización (mayoristas, intermediarios). Debe hacerse también un análisis de precios nacionales e internacionales a partir de información secundaria de los productos del área del proyecto.

- Análisis de la comercialización

Se deberá identificar el área o la región en la cual se adelanta la comercialización de la producción proveniente del área del proyecto, así como la zona que abarcará el mercado de los productos potencialmente generados por dicho proyecto. Dentro de estas zonas se requiere investigar sobre los canales de comercialización, la localización y la capacidad de los centros de acopio y de distribución de los productos, y la disponibilidad de transporte de carga especializada; además, es menester identificar las limitaciones actuales que tenga la comercialización y proponer soluciones, para lograr la comercialización eficiente de la producción esperada con el proyecto.

Como resultado de estas actividades, se deberá presentar un informe sobre los estudios realizados, que incluya la información revisada, los análisis efectuados, los resultados obtenidos y las recomendaciones pertinentes.

- Recomendaciones sobre el mercado

Con base en el resultado de los análisis anteriormente descritos, se deberán recomendar las cantidades, la estacionalidad (épocas de oferta) y los productos, junto con sus características y su presentación (calidad, variedades, precios, empaque, selección y clasificación, agroindustria, etc.) que pueden tener una adecuada, eficiente, rentable y sostenible comercialización.

4.2.1.15. Situación ambiental de la zona de estudio

Inicialmente se debe verificar, estudiar y analizar la información existente sobre el proyecto identificado en la etapa previa, la cual corresponde a lo siguiente:

- Localización del proyecto
- Definición del tipo de proyecto identificado
- Determinación del área por desarrollar
- Establecimiento de la fuente de abastecimiento y cuenca
- Cuenca receptora
- Restricciones ambientales (áreas de exclusión o sujetas a restricciones o condicionantes)
- Características ambientales generales de la zona del proyecto
- Ordenamiento territorial
- Conflictos de uso dentro del área por desarrollar
- Concesiones de agua existentes de la fuente de abastecimiento

Las actividades que se realizan en esta subetapa son:

- Identificar la autoridad ambiental competente

Con base en las características del proyecto identificado, inicialmente se debe evaluar —a la luz del Decreto 1076 de 2015 o del que lo sustituya, modifique o derogue— e identificar la autoridad ambiental competente para el proyecto propuesto. Para esto se debe revisar la sección 2 (competencia y exigibilidad de la licencia ambiental), bajo lo consignado en el artículo 2.2.2.3.2.2 (competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]) y el artículo 2.2.2.3.2.3 (competencia de las corporaciones autónomas regionales). Estas exigencias están igualmente señaladas en el Decreto 2041 de 2014.

- Identificar si el proyecto requiere licenciamiento ambiental y otros permisos necesarios para áreas condicionadas

Acorde con el tamaño del área por desarrollar dentro del proyecto, a nivel de prefactibilidad, se deberá establecer si se requiere o no tramitar ante la autoridad ambiental competente la licencia ambiental a futuro. Para tal efecto, hay que considerar lo relacionado en el cuadro 2 (Decreto 1076 de 2015).

Cuadro 2. Competencias sobre licencias ambientales

Artículo	Numeral
Artículo 2.2.2.3.2.2. Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	<p>9. La construcción y operación de proyectos de riego o de drenaje con coberturas superiores a 20.000 hectáreas.</p> <p>15. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presente un valor igual o superior a 2 metros cúbicos/segundo, durante los periodos de mínimo caudal.</p>
Artículo 2.2.2.3.2.3. Competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales	<p>17. La construcción y operación de proyectos de riego o drenaje para áreas mayores o iguales a 5000 hectáreas e inferiores o iguales a 20.000 hectáreas.</p> <p>18. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presente un valor igual o inferior a 2 metros cúbicos/segundo durante los periodos de mínimo caudal.</p>

Dependiendo del área por desarrollar en el proyecto y de otros condicionantes establecidos en el capítulo 3 (licencias ambientales) del Decreto 1076 de 2015, se deberá determinar si se requiere o no licencia ambiental; en caso afirmativo, será menester solicitar los términos de referencia a la autoridad ambiental competente.

También se precisa el hecho de establecer si el proyecto requerirá del trámite de otros permisos o autorizaciones o procesos, como consulta previa, sustracción o rezonificación de reserva forestal, concesiones de agua, permiso de vertimientos, permiso de ocupación de cauces, aprovechamiento forestal único, permiso de investigación científica (permiso individual de recolección), levantamiento de veda, etc.

Igualmente, se debe verificar si previamente al licenciamiento se requiere la elaboración del diagnóstico ambiental de alternativas (DAA), como se explica a continuación:

- Verificar si se cumplen algunas de las siguientes condiciones, establecidas en el artículo 2.2.2.3.4.2 (exigibilidad del diagnóstico ambiental de alternativas) del Decreto 1076 de 2015, o en el que lo sustituya, modifique o derogue. En este caso, se deberá solicitar el pronunciamiento de la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de presentar el DAA. Deben cumplirse las siguientes condiciones:
 - La construcción de presas, represas o embalses.
 - Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra.
- En caso de requerirse el DAA, se deberá cumplir con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.4.3 (conte-

nido básico del diagnóstico ambiental de alternativas). El diagnóstico ambiental de alternativas deberá ser elaborado de conformidad con la metodología general para la presentación de estudios ambientales y los términos de referencia expedidos para el efecto por la autoridad ambiental. No obstante, se deberán desarrollar al menos los siguientes capítulos:

- Objetivo, alcance y descripción del proyecto, obra o actividad.
- Descripción general de las alternativas de localización del proyecto, obra o actividad.
- Compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el plan de ordenamiento territorial o su equivalente.
- Identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos e impactos sobre el medioambiente, así como del uso o aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para las diferentes alternativas estudiadas.
- Identificación de las comunidades y los mecanismos utilizados, para informarles sobre el proyecto, obra o actividad.
- Análisis del beneficio/costo ambiental de las alternativas.
- Selección y justificación de la alternativa escogida.

La elaboración del DAA se debe realizar con información de la fase de prefactibilidad, conforme a lo establecido en la Ley 1682 de 2013 o en la norma que la sustituya, modifique o derogue.

4.2.1.16. Situación de las condiciones sociales y organización de los beneficiarios del proyecto

En esta etapa de los estudios sociales, se describen las condiciones de la realización del proyecto de adecuación



Foto: Archivo UPRA

de tierras y su impacto en el desarrollo social territorial, teniendo en cuenta la información de la identificación de los estudios sociales y la participación de los futuros beneficiarios del proyecto de adecuación de tierras.

En esta etapa se tendrán en cuenta los estudios sociales relacionados con el área directa e indirecta beneficiada del proyecto de adecuación de tierras y con la jurisdicción territorial del mismo.

El alcance del estudio social consiste en revisar y analizar la información actualizada de las diferentes características y dimensiones, en relación con las variables, los indicadores de la población beneficiaria y la jurisdicción territorial del área del proyecto. Lo anterior se fundamenta en las siguientes temáticas por estudiar:

- Ubicación del área del proyecto

La zona que ha sido definida por los estudios técnicos y sociales se ubica geográficamente, y se estudian las unidades territoriales del área de influencia del proyecto en la jurisdicción municipal y regional del proyecto, haciendo una caracterización general de este.

- Aspectos demográficos

La población directa e indirectamente beneficiada del proyecto constituye una información importante para determinar la viabilidad y orientar el desarrollo del proyecto.

Se debe presentar y analizar la población del municipio y su relación con el área del proyecto en cuanto a lo siguiente: estructura de la población en relación con edad, sexo, estado civil, lugar de nacimiento, lengua hablada, nivel económico, fecundidad y mortalidad, densidad, migración, población en edad de trabajar, indicadores de desarrollo humano (vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno), nivel de desempleo local.

- Caracterización de las necesidades básicas y los servicios públicos

Se requiere establecer perfiles y estadísticas de los servicios prestados a la vivienda en relación con energía, acueducto, alcantarillado, manejo de residuos y otros servicios (tecnologías de la información y comunicación). Además, se considera el acceso a la educación en los distintos niveles y la infraestructura del transporte.

- Aspectos culturales

Es necesario contar con una descripción de la cultura de la población del área del proyecto, la cual tenga en cuenta lo histórico, usos y cultura del agua, relaciones sociales, organización económica y colectiva, trabajo y producción, organización del territorio (distribución

predial y comunitaria, según sea el caso). De la misma manera, es indispensable la verificación de la existencia de comunidades indígenas en la zona de influencia del proyecto y su relación con este.

- Aspectos políticos institucionales

Se requiere una descripción de las instituciones con relación a proyectos y programas que se desarrollan en la jurisdicción del proyecto, especialmente los que tengan competencia con el proyecto de adecuación de tierras y demás actividades que tales instituciones desarrollen articuladamente. Ahora bien, es necesario contar con la descripción de las organizaciones y asociaciones que tengan incidencia para el plan de acción territorial (PAT), así como la identificación de líderes que influyen o no en el proyecto de ADT. En esta vía, se deben establecer mecanismos y estrategias de comunicación acordes con la cultura, para promover y desarrollar el proyecto con la participación de los beneficiarios.

- Ordenamiento social de la propiedad

Se busca definir y caracterizar a los beneficiarios en relación con los derechos y las formas de tenencia de los predios; asimismo, hacer la distribución predial en relación con la unidad agrícola familiar (UAF) establecida para la unidad territorial por la autoridad competente.

- Asentamientos arqueológicos

Es importante contar con la ubicación de zonas que concentran objetos, restos y demás vestigios de tiempos remotos, los cuales se encuentran enterrados en el área del proyecto.

4.2.1.17. Potencialidad y organización de los beneficiarios

A partir de la información estudiada, se definirá interdisciplinariamente lo siguiente:

- Capacidad económica: ingresos, patrimonio y posibilidades de crédito.
- Capacidad técnica: experiencia y formación en aplicación de modelos tecnológicos, facilidad para hacer cambios e innovación tecnológica y para desarrollar tecnologías en el sector agrícola, especialmente.
- Capacidad asociativa: experiencia por haber participado y pertenecido a una organización; interés y conocimiento del proyecto; participación activa de los beneficiarios en la toma de decisiones y compromiso para continuar con el proyecto.
- Capacidad administrativa: experiencia de los beneficiarios en planificación de la producción y manejo de presupuesto.
- Capacidad institucional: cualidad que permite definir

e involucrar a las instituciones privadas y del Estado que deben apoyar el proyecto.

Para los estudios a este nivel, se deben utilizar métodos cualitativos y cuantitativos que den cuenta y que cumplan con lo solicitado en este manual y en los LCI de la UPRA.

- Gestión organizacional: en la subetapa de prefactibilidad en un proyecto de ADT, debe promoverse la participación efectiva de los posibles beneficiarios y de su organización.

A continuación, se señalan aspectos fundamentales en la gestión integral del proyecto de adecuación de tierras.

4.2.1.18. Análisis del diagnóstico de la situación actual del área

Como resultado de los estudios de reconocimiento y los estudios previstos, el organismo público ejecutor, el consultor o el originador a cargo del estudio de prefactibilidad presentará el análisis del diagnóstico del estado actual del área, identificando sus recursos, potencialidades y limitantes. Este diagnóstico servirá de base para el planteamiento de alternativas y la formulación del plan de desarrollo del proyecto, y recogerá las indicaciones formuladas por la autoridad ambiental que se relacionan en el aparte de aspectos ambientales.

Se preparará el análisis del diagnóstico integral de la situación actual del proyecto, derivado de la revisión y el análisis de la información y los resultados de los estudios básicos físicos, climáticos, ambientales y socioeconómicos más sobresalientes de la zona del proyecto y de su área de influencia. Se identificarán las principales características socioeconómicas, las actividades económicas y las restricciones sociales, económicas, de infraestructura (social, productiva y de comercialización), ambientales, agroeconómicas, tecnológicas y de comercialización, que limitan el eficiente y buen desempeño de la producción agropecuaria.

Tal análisis del diagnóstico integral servirá de base para determinar las condiciones actual y sin proyecto que se utilizarán en la evaluación del proyecto, así como para elaborar recomendaciones sobre las directrices y los criterios de intervención. Lo anterior tiene el propósito de promover la producción agropecuaria intensiva, el desarrollo socioeconómico sostenible y además, el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias de los usuarios potenciales del riego.

4.2.1.19. Área de estudio para factibilidad

Con base en la información de los numerales anteriores, el consultor a cargo del estudio de prefactibilidad delimitará y propondrá el área sobre la cual se justifica que se adelante la siguiente fase a nivel de estudio de la factibilidad.

4.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

4.3.1. Mercados

El mercado será uno de los aspectos soporte importantes para la formulación de las alternativas del plan agropecuario, pues lo primero es garantizar que la producción del proyecto tenga mercados.

Igualmente, se requiere establecer que la producción agrícola o pecuaria propuesta es coherente con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo. Por lo anterior, como elemento fundamental del análisis de las alternativas del plan agropecuario, se requiere realizar el estudio de mercado, en dos etapas, a saber:

- A partir del uso actual y potencial del suelo, analizar e identificar, para cada alternativa considerada en el plan agropecuario, los productos que podrían tener realmente mercado con precios rentables para los productores y atractivos para los consumidores, teniendo en cuenta las cantidades máximas de productos que se ofrecerán, las épocas para comercializarlos y los precios de venta.
- Con base en las áreas propuestas en cada alternativa del plan agropecuario, se deberá demostrar que los volúmenes de producción esperados para las variedades propuestas tendrán una demanda efectiva, indicando los mercados de venta locales, regionales, nacionales e internacionales, con sus respectivos volúmenes, épocas, precios, forma de pago y disponibilidad y costos de transporte.

Los estudios de mercado deberán incluir las actividades siguientes:

- Recopilación de información

Mediante investigación bibliográfica y consultas a entidades o a personas representativas de los procesos de producción y consumo de productos agropecuarios, se deberá identificar y recolectar información sobre los siguientes aspectos, entre otros:

- Desarrollo y evolución de los volúmenes de producción y el consumo de bienes agropecuarios generados actualmente en la zona del proyecto y de los que posteriormente pueden producirse en el proyecto, a nivel local, municipal, departamental, nacional e internacional.
- Evolución histórica, variaciones estacionales y situación actual de los precios de los productos agropecuarios en sus diferentes calidades y variedades, en los diferentes mercados (centros de acopio, plazas y ferias, supermercados principales), así como locales, municipales, regionales, nacionales y, si se considera pertinente, internacionales.

- Sistemas de venta y forma de pago de los productos en los principales eslabones de las cadenas de comercialización.
- Políticas sobre el desarrollo del sector agropecuario y posibilidades de importación y exportación de productos agropecuarios, en el marco de mercados regionales e internacionales.
- Influencia y capacidad de negociación de las asociaciones gremiales y de productores independientes en los mercados de sus respectivas líneas agropecuarias.
- Análisis de la producción

Se deberán analizar las características de la oferta local, municipal, regional y nacional del tipo de productos agropecuarios actualmente generados en el área del proyecto, así como de los productos que potencialmente podrían obtenerse con este.

La información recopilada deberá ser analizada y procesada, para determinar las magnitudes, las tendencias y estacionalidades previsibles de los volúmenes de la oferta (para cada una de las principales variedades de productos agropecuarios), así como la incidencia que pueda tener el volumen de producción del proyecto en la oferta futura, a nivel local, regional y nacional.

A continuación, se presentan los puntos del análisis:

- Análisis del consumo: con el fin de establecer las características de la demanda en los sitios de consumo actuales, para las variedades específicas explotadas actualmente en la zona del proyecto y para las que potencialmente pueden cultivarse con este, se deberá establecer tanto las cantidades de los productos que se demandan actualmente como la proyección de dichas cantidades hacia el futuro, teniendo en cuenta las preferencias de los eventuales consumidores, según las variedades y calidades específicas de los productos, la sustitución de unos productos por otros o la oportunidad o estacionalidad de su demanda.
- Análisis de los precios: se deberá realizar el estudio de la evolución histórica de los precios de los productos agropecuarios actuales y potenciales, identificando y analizando los posibles ciclos y estacionalidades de los precios, con valores corrientes y reales tanto para el productor como para otros integrantes de la cadena de comercialización (mayoristas, intermediarios), para los actuales sitios de venta o de consumo.

Los precios agropecuarios deben estar valorados para situaciones normales de la economía, así que se deben evitar las situaciones de inflexión de los ciclos económicos; los precios que se asignen a cada producto deben corresponder a la fecha común que se acuerde para el análisis, de tal forma que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente.

- Análisis de la comercialización: se deberá identificar la región en la cual se adelanta actualmente la comercialización de la producción obtenida en el área del proyecto y la zona que abarcará el mercado de los productos potencialmente generados por dicho proyecto. Dentro de estas zonas, se deberá investigar sobre los agentes y canales de comercialización, la localización y capacidad de los centros de acopio y distribución de los productos, la infraestructura de transporte de carga general y especializada, y la localización y capacidad de las agroindustrias. Se requiere identificar las limitaciones actuales en la comercialización y proponer soluciones a estas, para lograr la comercialización de la producción esperada con el proyecto. Entre otras, deberán identificarse y proponer soluciones específicas a las limitantes de la capacidad de almacenamiento, secamiento, refrigeración o red de frío, agroindustria y transporte.
- Recomendaciones sobre el mercadeo: con base en el resultado de los análisis anteriormente descritos, se deberán recomendar las épocas para la venta, los precios, las cantidades y las características de los productos y su presentación (calidad, variedades, empaque, selección, clasificación, etc.), con el propósito de que puedan tener una adecuada y eficiente comercialización.

Como resultado de esta actividad, se deberá presentar un informe sobre los estudios realizados, que incluya la información analizada, los análisis efectuados, los resultados obtenidos y las recomendaciones pertinentes.

4.3.2. Alternativas de desarrollo agropecuario

Con base en las posibilidades agroecológicas de la región, en las características socioeconómicas de los agricultores y en un análisis preliminar de la producción, la demanda y de precios, se deben presentar, de manera preliminar, aquellas alternativas de desarrollo agropecuario que se consideren viables para el uso del suelo, que se podrían lograr como resultado de la ejecución del proyecto. En ellas, es necesario identificar los principales rubros y productos, y las principales limitantes que actualmente impiden su desarrollo en la región.

Las alternativas de desarrollo agropecuario se formularán únicamente a nivel general del proyecto y no de finca tipo, y deberán considerar los siguientes aspectos:

- Selección de cultivos
- Patrones de cultivos (tecnológicos y de costos de producción), por ha/cosecha o por ha/año
- Rendimientos en kg/ha/cosecha o por ha/año
- Áreas anuales sembradas y cosechadas por cultivo, para cada alternativa
- Desarrollo del hato hasta llegar a la plena producción, para cada alternativa

- Volúmenes y valores anuales de la producción agropecuaria, para cada alternativa
- Requerimientos de agua para riego, para cada alternativa
- Demanda mensual y anual de mano de obra, para cada alternativa
- Demanda mensual y anual de maquinaria agrícola, para cada alternativa
- Valor presente neto (VPN) del beneficio neto de cada alternativa

4.3.2.1. Fincas tipo

Con base en las características agrológicas y climáticas, los aspectos de producción, la rentabilidad de los cultivos y de explotaciones pecuarias, la distribución predial según el tamaño y el uso actual del suelo, el consultor deberá plantear los modelos de fincas representativas, para la realización de la evaluación financiera de las fincas tipo. Se requiere presentar, para cada finca tipo, la utilización del área por semestre y por año.

En la selección de las fincas tipo, se requiere tener en cuenta, como principales factores, el tamaño total del predio (ha), sus características topográficas y agrológicas, el posible tipo de adecuación predial, incluyendo la forma de aplicación del riego (en proyectos de riego), los usos del suelo actuales y proyectados, la utilización de áreas por semestre y las características socioeconómicas de su beneficiario, como el uso de recursos propios y su capacidad financiera y empresarial. El número de fincas tipo dependerá por entero de la complejidad del proyecto, ya que el objetivo es tener un indicativo del efecto del proyecto sobre las fincas. Para esta actividad, se requiere un buen conocimiento de la situación agropecuaria actual y de los diferentes tipos de productores.

4.3.2.2. Patrones de cultivo

Se requiere detallar y presentar los patrones de los cultivos seleccionados para el plan agropecuario, incluyendo pastos para ganadería (si es el caso) y los patrones de los tipos de explotaciones pecuarias en la situación actual y con el distrito.

Los patrones tecnológicos y de costos de producción deben incluir los costos desagregados de mano de obra calificada y no calificada (familiar y asalariada), maquinaria agrícola (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), transporte (propio y alquilado), asistencia técnica, intereses, parafiscales, cuotas de fomento, administración (propia y pagada), imprevistos, cuotas de reposición de inversiones y de reemplazo de equipos, y cuotas del distrito de adecuación de tierras. Además, se requiere establecer los costos de producción por ha/año, e igualmente indicar los insumos (propios y comprados), intereses o costos del capital, el valor del arriendo en pesos/ha/cosecha y otros; los rendimientos

en t/ha/cosecha o por año y precios en pesos por tonelada, según las calidades de los productos, a nivel de finca o del productor, y los ingresos en pesos por ha/cosecha o por ha/año, según el tipo de explotación.

Los patrones de cultivos y de ganadería se deberán basar en información de campo específica, para el área de estudio obtenida de fuentes primarias. El nivel de imprevistos de dichos patrones no podrá exceder un 15 %.

Los costos incluidos en los patrones deben corresponder a la fecha común del análisis, para que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente. Los precios agropecuarios deben estar valorados para situaciones normales de la economía, evitando situaciones de inflexión de los ciclos económicos, en valores corrientes a precios de mercado a nivel de finca o del productor.

4.3.2.3. Rendimientos

Para cada cultivo y tipo de explotación pecuaria seleccionados, se requiere realizar estimaciones de los rendimientos esperados, según calidades, por ha/cosecha o por ha/año, así como de su evolución en el tiempo, hasta llegar a la plena producción.

Las estimaciones de los rendimientos esperados y de su evolución en el tiempo deberán ser realizadas según las calidades de los productos, y estar plenamente soportadas y justificadas con datos de rendimientos reales en explotaciones comerciales, preferiblemente en la zona de influencia del proyecto. Si el plan agropecuario incluye productos que no son tradicionales en dicha zona, los rendimientos se estimarán con información de otras zonas semejantes, con los ajustes que sean del caso, según el criterio del especialista. La evolución en el tiempo de los rendimientos esperados deberá tomar en cuenta las dificultades de los agricultores en la asimilación y aplicación de nuevas tecnologías, y los requerimientos de asistencia técnica. Los rendimientos de los cultivos y las explotaciones pecuarias, junto con su evolución en el tiempo, tienen relación directa con los ingresos de la finca; ahora bien, una sobrevaloración o subvaloración de estos parámetros distorsiona la evaluación económica y financiera del proyecto en forma global y a nivel de finca.

El énfasis de esta actividad deberá estar en la realidad y confiabilidad de los estimativos iniciales y de su evolución en el tiempo.

4.3.2.4. Áreas por cultivo

Para cada finca tipo determinada, se requiere especificar la superficie y zonificación del área estimada que se regará por cultivos y en pastos, en cada semestre del año.





4.3.2.5. Entrada de áreas

Se requiere estimar las áreas adecuadas que ingresarán anualmente a la producción bajo la condición con proyecto, estableciendo para cada año los rendimientos incrementales esperados y los costos requeridos, hasta alcanzar el pleno desarrollo o la plena producción.

4.3.2.6. Desarrollo del hato, patrones pecuarios

En los casos de propuestas de explotaciones, se requiere indicar tanto los rendimientos esperados en el tiempo (rendimientos incrementales) como los costos requeridos para llegar a la etapa de pleno desarrollo. Se proyectará cada uno de los coeficientes técnicos ganaderos de acuerdo con las metas del plan:

- Coeficientes zootécnicos y composición del hato patrón
- Capacidad de carga de los pastos en UGG/ha y población ganadera
- Áreas y clases de pastos, forrajes y rotaciones
- Tipos de ganado, razas y cruces
- Producción de leche y carne
- Inversión ganadera en instalaciones, maquinaria, equipos, praderas y forrajes, silos, animales, cercas y otros

Para obtener los patrones de ingresos y egresos por hectárea ganadera, se utilizarán uno o varios hatos patrón, que sinteticen los diversos tipos de explotaciones ganaderas representativas y presentes en el área, así como su evolución, para alcanzar las metas del plan. Con base en la composición de estos hatos patrón, en la capacidad de carga de los pastos correspondiente, en la evolución de los índices zootécnicos y de los niveles de producción, en la utilización de insumos, en la mano de obra y en las prácticas ganaderas, se determinarán el valor de la producción y sus costos para el hato patrón y, a través de este, sus valores por hectárea.

4.3.2.7. Volúmenes y valor de la producción agropecuaria

Con base en las actividades anteriores, se calcularán los volúmenes y el valor de producción anual para la fase de pleno desarrollo del proyecto y para las fases intermedias, según los rendimientos proyectados y el tipo de explotación e intensidad de uso de la tierra, de acuerdo con la programación semestral.

4.3.2.8. Demanda de mano de obra

Se requiere determinar las demandas de la mano de obra mensual y anual, clasificándola de acuerdo con su nivel de capacitación (calificada y no calificada, familiar y asalariada).

4.3.2.9. Demanda de maquinaria agrícola

Se requiere determinar los requerimientos según el tipo de maquinaria y la fase de desarrollo de los cultivos, mensual y anualmente.

4.3.2.10. Requerimientos de riego

Para cultivos y pastos representativos, se estimará tanto el uso consuntivo como el balance hídrico que permita determinar las demandas decadales y totales de agua para riego de todo el proyecto, para cada alternativa, teniendo en cuenta las eficiencias razonables de aplicación y conducción del agua.

4.3.3. Plan de ingeniería

Como parte del análisis de alternativas, se debe adelantar un análisis comparativo de los posibles esquemas de los sistemas y obras requeridos de riego, drenaje, protección contra inundaciones, vías, infraestructura y obras especiales, como embalses y trasvases. En la concepción, se deben considerar estos sistemas, así como los criterios de uso eficiente del agua, la eficiencia de operación y la disponibilidad de materiales, energía, vías de acceso y condiciones de operación, de manera que se analicen las alternativas viables y ajustadas a las condiciones propias de cada proyecto.

Con base en la restitución y los levantamientos topográficos realizados para el proyecto, se elaborará un plano de localización general del proyecto a escala 1:25.000, que permita visualizar en forma clara los componentes de obra que lo integran. Además, se prepararán planos en planta y un perfil a escala 1:2000 para mostrar las características y localización de los sistemas de riego, drenaje y protección contra inundaciones, con la ubicación de obras principales, como captación, conducción y distribución de riego, y evacuación de excedentes de agua y de protección contra inundaciones, complementados con secciones transversales típicas dibujadas a escala 1:200. Asimismo, se elaborarán planos a escala 1:200 de cada estructura hidráulica principal y de las estructuras típicas, con sus cortes y vistas respectivos, con un cuadro resumen con la ubicación y las características de dichas estructuras.

4.3.4. Predimensionamiento de las obras

Se presentará un informe técnico donde estén contenidos los análisis técnicos, económicos y ambientales de cada una de las alternativas de fuente de agua, sistemas de riego, drenaje, protección contra inundaciones, usos (proyectos multipropósito), obras especiales (embalses, trasvases); obras de infraestructura como suministro de energía y vías, obras complementarias requeridas por el distrito para su operación, mantenimiento y manejo integral, indicando claramente la alternativa finalmente

seleccionada. Se presentarán los esquemas de las obras propuestas.

En el caso de las bocatomas, se definirá el tipo de captación más apropiado y se analizarán las condiciones geomorfológicas, hidráulicas y sedimentológicas en cada sitio de emplazamiento que se requiera para la preparación de los esquemas, los cuales incluirán todos sus elementos, como obras de encauzamiento, de toma, de exclusión de sedimentos, de limpieza, compuertas, protecciones, desarenadores, etc.

En el caso de los diques de protección contra inundaciones y protección de zonas agrícolas, se deberán analizar las condiciones de niveles máximos en condiciones actuales y con la construcción de los diques. Se deberá modelar el cauce natural para las condiciones de caudales máximos, con caudales con periodo de retorno entre cinco y cien años. Será necesario analizar las condiciones de drenaje de las zonas agrícolas o protegidas en condiciones de niveles máximos de la fuente receptora.

En el caso de embalses, se deberá analizar tanto el embalse como las obras de control o dique de cierre. Además se deberán analizar las zonas inundables por el embalse, la afectación a la propiedad y la infraestructura existente, y la capacidad de regulación o protección contra inundaciones. Es indispensable establecer el tipo de obra de cierre o presa, las estructuras de protección y las condiciones de operación. En estos casos, se debe analizar la posibilidad de desarrollar proyectos multipropósito, que consideren usos adicionales, como protección contra inundaciones, suministro de agua para otros sistemas (acueductos), turismo y generación de energía.

En el caso de las obras de drenaje o protección contra inundaciones, se analizarán las condiciones geomorfológicas e hidráulicas en cada sitio de emplazamiento que se requiera para la preparación de los esquemas, los cuales incluirán todos sus elementos, como sistemas de drenaje, diques, protecciones, obras de control y descarga de los drenajes de las zonas protegidas a la fuente receptora.

En los casos de obras de infraestructura principal de riego o drenaje, se deberán realizar los predimensionamientos completos. Esto implica hacer las consideraciones hidráulicas, geotécnicas, estructurales, mecánicas y eléctricas; seguir las normas de diseño sismorresistente vigentes y las hipótesis de operación que reflejen las condiciones normales y extremas de operación y funcionamiento de cada una de las obras de infraestructura principal del proyecto de adecuación de tierras.

Se deberán definir la fuente de energía y las necesidades de líneas eléctricas o equipos de generación para la operación de los equipos mecánicos que lo requieran. Con respecto a la localización de las obras de protección

contra inundaciones, se deberá realizar una modelación del cauce o corriente por controlar, así como establecer los niveles máximos de creciente en condiciones sin y con obras de protección contra inundaciones.

Los prediseños de las obras deberán ser realizados para todos los aspectos técnicos relacionados, como prediseños hidráulicos, geotécnicos, hidrogeológicos, estructurales, eléctricos, mecánicos, de suministro de energía, diseño vial, fluvial y de las especialidades que se requieran, en función del tipo y la magnitud de la obra.

Para todas las alternativas identificadas y que requieren análisis comparativos, se deberá realizar una evaluación de cantidades de obra y un presupuesto estimado de construcción, el cual hay que complementar, por lo menos, con los análisis siguientes:

- Estimación de cantidades de obra.
- Determinación de los precios unitarios, con detalle en los ítems que sean de mayor sensibilidad en el presupuesto por su peso específico, bien sea por la magnitud de las cantidades o por un precio unitario muy elevado.
- Cronogramas preliminares de construcciones y de inversiones en el proyecto.
- Componente en moneda extranjera.
- Suministro de equipos y maquinaria.
- Estimación de costos de operación, mantenimiento, conservación y reposición de equipos.

4.3.4.1. Captación

Se realizará el prediseño de las obras de captación, considerando las condiciones y limitaciones de cada proyecto. Se dará prioridad a las fuentes superficiales y, para las fuentes subterráneas, se analizará la fuente de energía.

En el caso de bocatomas, se definirá el tipo de captación más apropiado y la necesidad de obras de control en el cauce. Se analizarán las condiciones morfológicas, hidráulicas y sedimentológicas en cada posible sitio de emplazamiento. Con base en la información topográfica, sedimentológica, geológica, geomorfológica y geotécnica específica, se realizarán los prediseños, que incluirán todos sus elementos como obras de encauzamiento, de aducción, de captación, de exclusión de sedimentos, de limpieza, control, compuertas, protecciones, vías, sistemas y equipos de automatización, telemetría, alertas, etc.

4.3.4.2. Sistemas de bombeo

Para las estaciones de bombeo, se prepararán los prediseños correspondientes, incluyendo las obras civiles, equipos e instalaciones mecánicas, el análisis del sistema de suministro de energía y las obras complementarias de

estabilización, protección, control de sedimentos y otras que resulten necesarias. Se debe analizar el número de unidades de bombeo y la necesidad de redundancia y respaldo. Donde aplique, se seleccionará el diámetro de las tuberías con base en un análisis económico, considerando el costo anual equivalente que incluya los costos anuales de operación y de los equipos y tuberías, como inversiones iniciales. Se calcularán los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de bombeo, con base en su utilización media prevista.

4.3.4.3. Obras de retención de sedimentos

Con base en la información sedimentológica de la fuente de agua, se plantean las alternativas de obras para la retención de sedimentos. Se debe realizar el análisis de alternativas del tipo de obra, número de cámaras de sedimentación, lavado y disposición del material retenido y facilidades de operación. Se plantearán y evaluarán los esquemas alternativos de localización y de tipo de estructura que faciliten la selección de la alternativa más conveniente.

4.3.4.4. Embalses

El análisis de alternativas para embalses se debe realizar a partir de los estudios básicos de topografía, hidrología, geología, geomorfología, geotecnia y ambientales, de manera que se cuente con los insumos básicos para el análisis de los sitios de la presa de cierre y el análisis de la regulación que se puede realizar sobre los caudales.

Se debe contar con los levantamientos topográficos y de las restitutiones para llevar a cabo el análisis de la sección de cierre y del vaso de almacenamiento. Para estas áreas, se debe adelantar el estudio geológico y geotécnico preliminar que identifique las condiciones de estabilidad, infiltración, zonas de derrumbes, calidad de suelos y fuentes de materiales para las obras.

La hidrología debe establecer los caudales característicos del río (mínimo, máximo, promedio y ambiental), para el prediseño de las obras de protección, vertedero de excesos, sistemas de alivio, así como los volúmenes de regulación con la simulación del tránsito de los volúmenes de entrada y de salida del embalse.

Se debe realizar una caracterización geológica a nivel semidetallado de los sitios de la presa de cierre y del vaso del embalse, con el propósito de identificar las condiciones de los suelos, estratos, fallas, fracturas, permeabilidad, litología, así como del lecho del cauce natural y la disponibilidad de materiales para construcción.

Junto con lo anterior, se requiere lo siguiente:

- Exploraciones geotécnicas del sitio de la presa de cierre, mediante la ejecución de perforaciones para la toma de muestras, con el propósito de realizar el

análisis de laboratorio, la caracterización de suelos y las evaluaciones de las propiedades de los suelos de fundación.

- Análisis ambiental de las obras de regulación, considerando el impacto de cierre mediante la presa, el cambio del régimen de caudales y los efectos sobre la fauna acuática. Se deberá analizar la influencia ambiental del vaso de inundación y regulación.
- Prediseños de las obras de cierre, del esquema constructivo, con los detalles de ataguías, cuerpo de la presa, obras de captación, vertedero de excesos, construcciones auxiliares y posibles usos adicionales (multipropósito).
- Evaluación de las cantidades de obras y selección de la alternativa de cierre y de regulación, con base en la comparación técnica, económica y ambiental.

4.3.4.5. Fuentes subterráneas de abastecimiento

En caso de fuentes subterráneas de abastecimiento, se debe realizar el análisis hidrogeológico de los acuíferos de la zona del proyecto, con el propósito de definir las siguientes características de los acuíferos: rendimiento, condiciones de recarga y balance hídrico, niveles freáticos, coeficientes de transmisividad, almacenamiento y calidad de las aguas subterráneas para uso en riego.

Además, se requerirá:

- La localización y el prediseño de los posibles pozos para el suministro, para llevar a cabo el riego y la selección de los equipos de bombeo para cada pozo, la evaluación de los costos de operación, el mantenimiento, la reposición de los pozos y sus equipos de bombeo.
- Estudios e investigaciones por desarrollar en las demás subetapas, con miras a verificar, detallar y precisar la información y los resultados de los estudios hidrogeológicos.

4.3.4.6. Sistema de riego

Los prediseños del sistema de riego se realizan con base en los estudios básicos desarrollados para esta subetapa, y deben garantizar la conducción del agua hasta cada uno de los predios, con base en el caudal, la confiabilidad y la continuidad del servicio. Para el diseño del sistema, se deberán definir los siguientes criterios de operación, que serán las bases para el diseño hidráulico:

- Criterio de operación (a la demanda, a la demanda convenida, sectorización, etc.)
- Sistema a gravedad, presurizado
- Sectorización del área de riego

- Tipo de control de nivel a gravedad (aguas abajo, aguas arriba)
- Jornada de operación del sistema para el periodo crítico de demanda (década de máxima demanda)
- Criterios de aforo, sistemas, equipos y obras para aforo y control de caudales
- Grado de monitoreo, control y telemetría para implementar en el sistema

El diseño de la red de conducción y distribución deberá realizarse de acuerdo con las condiciones de cada proyecto. Se deberán planificar las conducciones principales, secundarias y terciarias sobre la restitución, de manera que se cubra la totalidad de los predios ubicados en el área del proyecto. En el caso de redes a gravedad, se deberán seguir las líneas de pendiente, buscar ubicar los canales por las partes más elevadas de la topografía y garantizar el dominio de la lámina de agua sobre los predios por regar.

Se debe revisar el trazado de los canales con la distribución predial, de manera que se genere la menor afectación predial posible y sea mínima la partición de predios; esto se logra ubicando el alineamiento por los límites prediales donde sea posible.

En los casos en que se puedan plantear alternativas de trazados, se evaluará cada una de estas y se seleccionará la más conveniente, con base en criterios técnicos, económicos, catastrales y ambientales.

Para las obras y estructuras relacionadas con los canales, como controles de nivel, estructuras de partición, estructuras de derivación, caídas, puente, canales, sifones invertidos y otras, se harán prediseños de obras tipo que caractericen de la mejor manera las obras del sistema y permitan estimar los costos de estas obras para toda la red.

Se deberá realizar una investigación geotécnica en puntos estratégicos, de manera que se puedan definir, a nivel de prediseño, las cimentaciones tanto de las obras, los canales y las conducciones, como de las estructuras relacionadas, las necesidades de revestimiento de canales y las posibles fuentes de materiales.

Para las conducciones, se deberán realizar planos de planta perfil y secciones transversales típicas, con las indicaciones de las características geométricas, hidráulicas y las dimensiones básicas. Para las estructuras típicas se requieren planos de dimensiones y detalles, con cuadros de localización en los canales y características geométricas e hidráulicas.

4.3.4.7. Sistema de drenaje

Para todos los predios del proyecto, se debe garantizar una evacuación completa y oportuna de la escorrentía superficial y de los excedentes de riego, que debe dise-



ñarse con base en los criterios de drenaje definidos para los tipos de cultivos y, en especial, según los tiempos permitidos de evacuación, sin afectación de los cultivos.

Será prioritario utilizar al máximo la red de drenajes naturales, complementada con canales de drenaje secundarios y terciarios. Para todos los canales de drenaje, se realizará el prediseño hidráulico con la evaluación de los caudales, la evaluación de la capacidad de los cauces existentes y de las necesidades de adecuación. Todos los canales de riego deberán contar con planos de dimensionamientos en planta perfil, con las dimensiones y características principales, así como con los cuadros que contengan la información sobre el diseño geométrico, hidráulico y las dimensiones características.

Al igual que para la red de riego, se realizarán prediseños de obras típicas para los canales, con los cuales se establecerá el valor de las obras requeridas en la red de drenaje.

4.3.4.8. Protección contra inundaciones

Para los cauces que presenten crecientes y desbordamientos con inundación de áreas vecinas, se deberán analizar las obras de protección contra inundaciones, las cuales pueden contemplar la regulación de los caudales, las zonas de amortiguamiento de avenidas y los diques longitudinales de confinamiento del cauce.

El diseño se deberá realizar con base en un análisis comparativo de alternativas, que involucre los aspectos hidráulicos, hidrológicos, técnicos y ambientales, e impactos de las obras de protección contra inundaciones en la zona del proyecto y área de influencia.

4.3.4.9. Demandas de agua

Para el plan agropecuario del proyecto y los cultivos incluidos en este, se realizará el análisis de las demandas de agua, el cual deberá incluir las siguientes consideraciones y actividades:

- Uso consuntivo para cada uno de los cultivos seleccionados e incluidos en el plan agropecuario
- Estimación del uso consuntivo neto
- Demandas de agua por cultivos y por áreas de cultivos
- Caudal mínimo, medio y máximo de demanda total del proyecto (captación)
- Definición de las eficiencias del sistema de riego (conducción, distribución, aplicación)
- Duración de las jornadas de riego

4.3.4.10. Suministro de agua

Con base en los resultados de la subetapa de identificación y los estudios básicos (cartografía, hidrología, agrología, etc.), se analizarán las alternativas de suministro de

agua con la profundidad suficiente para poder definir las condiciones, ventajas y limitantes de cada una. Dichas alternativas se compararán en términos de sus características técnicas y de las inversiones y costos de operación y mantenimiento correspondientes. Para lo anterior, se predimensionarán y esquematizarán los componentes de cada alternativa de desarrollo del suministro, determinando las fuentes por utilizar, el área cubierta y las características de las obras requeridas. Esta actividad permitirá definir el área potencialmente aprovechable.

Es necesario evaluar el estado actual de los sistemas de aprovechamiento existentes y revisar los demás usos de agua sobre las fuentes escogidas.

Para esta evaluación, se tendrán en cuenta otros proyectos a corto y mediano plazo que consideren el aprovechamiento hídrico de estas fuentes, ya sea para acueducto, irrigación, generación eléctrica y otros usos.

4.3.5. Servicios complementarios

Se deberá elaborar una agenda preliminar de servicios complementarios, en la cual se consideren los programas que más apliquen en cuanto a la capacitación, comercialización, organización empresarial, investigación, asistencia técnica, transferencia de tecnología, de acuerdo con las condiciones propias del proyecto. Esta agenda deberá consultar las posibilidades tanto institucionales como privadas para el desarrollo de estos programas.

Como resultado, se deben identificar las necesidades de servicios complementarios, así como la comunidad de usuarios interesados en estos y los costos que implican para el desarrollo del proyecto, los cuales deben considerarse en cada subetapa y etapas futuras de este.

4.3.6. Estimación preliminar de costos

Los costos sirven de base para el análisis de los mecanismos de financiación y para el establecimiento de la viabilidad financiera y económica del proyecto.

Los estimativos deben incluir todos los costos de inversión, teniendo en cuenta las obras civiles, el plan de ingeniería, los costos de interventoría, los costos de los estudios y diseños, los costos de los servicios complementarios y los costos relacionados con los aspectos ambientales.

4.4. MECANISMOS DE FINANCIACIÓN

Del total de las inversiones discriminadas anualmente, se deberá definir el flujo de fondos requerido por el proyecto, para cada alternativa, a precios corrientes.

La estructura financiera deberá estar fundamentada según los costos de los componentes técnicos, sociales, ambientales, empresariales, agronómicos y económicos, teniendo en cuenta que las inversiones de carácter público no presentan una recuperación de inversión, y que, por lo tanto, el organismo ejecutor deberá identificar y cuantificar dichas obras y el valor de sus inversiones.

Se requiere definir la viabilidad y los mecanismos de asociaciones público-privadas (APP), para los proyectos que se han identificado como potenciales para el mecanismo de APP.

Se requiere identificar las posibles fuentes de financiación para el proyecto, considerando los rubros de costos de las obras civiles, dotación de maquinaria y equipos, interventorías, estudios y diseños, imprevistos, inversiones ambientales, capacitación, acompañamiento y asistencia técnica, cuando haya lugar. En general, es indispensable la consideración de todos los demás costos iniciales, para los cuales debe contarse con los recursos para mantener y operar el distrito.

Igualmente, se deben identificar las fuentes probables de los recursos, así como los requisitos y condiciones para obtenerlos, incluyendo los mecanismos de financiamiento y la consideración de si son recursos recuperables o no recuperables, entre otros aspectos.

4.5. GESTIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO

Es indispensable establecer posibles agendas de servicios complementarios, orientando a los posibles beneficiarios, para articular a los actores de las cadenas existentes o potenciales del área del proyecto. Esto último tiene como objetivo promover la creación de las organizaciones regionales de cadena, a fin de que a través de ellas se identifiquen los puntos críticos y las ventajas competitivas de la cadena. Lo anterior, con miras a formular las estrategias de acción.

4.6. ANÁLISIS FINANCIERO DE FINCAS TIPO

Se requiere, desde la subetapa de prefactibilidad, realizar el análisis financiero de las fincas tipo y determinar la incidencia que la ejecución del proyecto tendría sobre los ingresos y egresos de las familias de los agricultores usuarios potenciales del distrito. Asimismo, es necesario determinar si sus fondos generan capacidad de pago de sus acreencias y obligaciones.

Para establecer lo anterior, se debe presentar el flujo de caja correspondiente de cada finca tipo durante un tiempo mínimo de 20 años, y calcular los siguientes indicadores: valor presente neto del beneficio incremental (VPN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio/costo (B/C), capacidad de pago o capacidad financiera, beneficio del agricultor, ingreso familiar en

efectivo disponible, requerimientos de incentivos o de subsidios y requerimientos de crédito.

La tasa de descuento para el cálculo de los indicadores señalados debe reflejar el costo de oportunidad financiero del capital privado; como se trabajará con precios constantes del año cero, una tasa de interés real mínima puede ser obtenida aplicando la respectiva fórmula y usando como valores de interés corriente el depósito a término fijo (anual efectivo para la fecha de análisis), la tasa de inflación representada por el Índice de precios al consumidor (IPC), correspondientes al citado año cero (es decir, el anterior al año en que se están realizando los cálculos), una utilidad mínima esperada por el productor y una tasa sugerida, como prima de riesgo.

En el flujo de caja se debe tener presente, entre otros aspectos, los resultados de la situación agropecuaria actual, el plan agropecuario, las cargas que genera la situación con proyecto, como los costos agropecuarios; la amortización de las inversiones por obras civiles y prediales del proyecto, teniendo en cuenta la legislación vigente en este sentido; los créditos y sus intereses, la operación y el mantenimiento del proyecto de adecuación, los impuestos prediales, los costos ambientales, el valor de los retiros básicos o canasta familiar en efectivo y demás ingresos y egresos propios de la respectiva explotación y unidad familiar.

Para cada una de las fincas tipo, deben tenerse presentes sus rendimientos crecientes, los precios y todos los costos de producción agropecuarios y los subsidios, de acuerdo con el tamaño de la finca y el tipo de productor (pequeño, mediano o grande), según la legislación vigente. Con respecto a los subsidios, es importante determinar el tipo de productor (tamaño del predio respecto al tamaño de la UAF), las disposiciones del organismo ejecutor público (o quien haga sus veces), las normas del Fondo Financiero Agropecuario y la normatividad vigente.

El beneficio neto incremental de cada finca tipo se deberá evaluar a precios de mercado y a nivel de finca. Tal beneficio resulta de la comparación de la situación actual o sin proyecto y la situación con proyecto, durante el periodo de análisis (20 años). El análisis será a precios constantes.

En el caso de presentarse en el inicio del proyecto una situación deficitaria de caja para el agricultor, se deberán presentar alternativas de solución que permitan aliviar su situación coyuntural, teniendo en cuenta la posibilidad de diferir sus acreencias, para superar esta situación inicial, o sugerir mayores subsidios o incentivos. Como sustento de lo anterior, se tendrán presentes las normas de crédito vigentes y su normatividad correspondiente.

4.6.1. Parámetros

Se considerarán parámetros específicos para la evaluación a nivel de las fincas tipo, así:

- Unidad de análisis

Área total de la finca tipo y la unidad familiar que la explota.

- Costo del capital

Como costo del capital obtenido con recursos de crédito, se considerará el DTF más cuatro puntos (o el que esté definido en la normatividad vigente en el momento de la realización del estudio) para los pequeños productores, y más ocho puntos para los medianos y grandes productores, o sea lo establecido para créditos con recursos de Finagro.

- Tasa de inflación

Tasa empleada como referencia para medir y comparar la bondad financiera real de las inversiones en que deben incurrir los productores para el óptimo aprovechamiento del riego. La tasa será aquella registrada por el DANE para el año inmediatamente anterior al momento en que se realiza el estudio.

- Precios

Todos los precios, tanto de los insumos como de los productos considerados, serán a nivel de finca o del productor y en pesos corrientes para el año en que se realiza el estudio, y mantendrán valores constantes para el total del periodo de análisis.

- Vida útil del proyecto

El análisis financiero considera un periodo de 20 años de las fincas tipo.

- Producción, ingresos y costos

Se considerarán las etapas de construcción (tiempo en que se genera la explotación de los cultivos bajo la situación actual) y la etapa de operación del proyecto, comprendida desde la entrada en operación hasta el final del funcionamiento del proyecto de adecuación de tierras (año 20). Durante este tiempo, se permite el riego de los cultivos del proyecto por parte de los usuarios.

Para proyectar los flujos de fondos correspondientes a esta etapa, se determinarán los ingresos, costos e ingreso neto de la producción agropecuaria (producción vendida y aquella destinada al autoconsumo de las unidades familiares), con la información generada en el plan agropecuario.





Foto: Archivo UPRA

Dentro de la estructura del total de los costos de producción agropecuaria incluidos en el flujo de fondos, no se consideran los rubros correspondientes a intereses o costos del capital, impuestos ni transferencias, pues estos se incluyen como rubros separados dentro de los flujos de fondos.

La producción anual será calculada teniendo en cuenta las áreas proyectadas en el plan agropecuario (explotación, año y rendimientos incrementales estimados), de acuerdo con el ciclo de cada cultivo o explotación.

4.6.2. Variables básicas

Las variables que servirán de soporte para el desarrollo de los flujos de fondos y para la determinación y valoración de los indicadores correspondientes, a nivel de las fincas tipo, serán las mismas definidas para la evaluación financiera del proyecto, adicionando las específicas para la evaluación a este nivel, así:

a. Ingresos

Las variables que representan los ingresos familiares están conformadas por recursos para las inversiones iniciales de obras del proyecto. Estos ingresos corresponden al monto total destinado a las inversiones en cada finca tipo, el cual se define, proporcionalmente, a partir del monto total para el proyecto y el área que se beneficiará de cada una de las fincas tipo. Los ingresos tendrán las siguientes fuentes:

- Incentivos y subsidios: corresponderán al valor de las inversiones hechas por el Estado con recursos no reembolsables para los productores, cuyos montos serán calculados de acuerdo con la legislación vigente (Ley 41 de 1993). Además, se debe determinar si dichos subsidios son suficientes o si se requiere un mayor valor.
- Crédito para inversión: recursos de crédito que deben obtener los usuarios, para financiar las inversiones de materialización del proyecto.
- Crédito para inversión y capital de trabajo agropecuario: recursos de crédito que deben obtener los usuarios, para financiar las inversiones de las explotaciones agropecuarias, para capital de trabajo.
- Recursos propios: los usuarios deben sufragar con sus recursos aquella parte de las inversiones y los costos de producción agropecuaria que, de acuerdo con la legislación vigente, las condiciones establecidas por los organismos financieros o que por las características de las estrategias de producción de estos productores, no son entregados como crédito, incentivos o subsidios, ni requieren de financiamiento, por ser asumidos con recursos propios de la unidad familiar. Dichos valores serán determinados para cada una de las fincas tipo como recursos propios de los productores. Los recursos propios más

importantes, considerados para el desarrollo de las actividades productivas, son el empleo de la mano de obra familiar y el uso de la tierra propia.

- Ventas: valor de la producción anual vendida, tanto agrícola como pecuaria, en la situación actual y la esperada con el proyecto, durante la vida útil considerada (20 años).
- Autoconsumo: representado por el valor monetario de los productos agropecuarios, extraídos de la unidad de explotación, los cuales serán destinados a la alimentación de la familia, a la alimentación de animales o serán utilizados como semilla para la siguiente cosecha y que representan ingresos dentro de la estrategia económica de la unidad familiar. Estos valores serán determinados para cada una de las fincas tipo.
- Otros ingresos: generados por actividades no agropecuarias o por actividades agropecuarias que el productor o los miembros de su familia desarrollan dentro o fuera de su unidad de explotación, pero que pueden ser utilizados para el financiamiento de las actividades productivas de la explotación, como el arriendo de tierra propia, el trabajo como jornaleros, los ingresos obtenidos por actividades comerciales (negocios), etc., correspondientes a cada grupo de productores representados por las diferentes fincas tipo.

b. Egresos

Los egresos o pagos que deberán hacer los usuarios para sufragar las distintas actividades, tanto de construcción como de operación del proyecto y de la producción agropecuaria, estarán representados por lo siguiente:

- Inversiones: se considerará el total de las requeridas para la materialización y operación correspondiente a cada finca tipo, desagregadas en recursos como aportes del Estado o de otras organizaciones, recursos propios aportados por los productores y recursos de crédito. Estos valores serán determinados para cada finca tipo en forma proporcional al área beneficiada de cada una de ellas. Igualmente, serán determinadas e incluidas las inversiones anuales requeridas para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias (actividades productivas) de mediano y largo plazo, las cuales corresponden a la implantación de cultivos permanentes, beneficiaderos, infraestructura y maquinaria; además, se determinarán e incluirán los recursos para la reposición de los componentes de inversión iniciales del proyecto y de las actividades productivas, estableciendo los totales para cada una de las fincas tipo. También se considerarán inversiones en infraestructura para el manejo de la poscosecha y la comercialización.
- Costos de producción de las actividades productivas: se considerará el total de los costos anuales de las actividades productivas de corto plazo y las de

sostenimiento de las explotaciones permanentes o con una duración de un año o más. Los valores serán cuantificados para cada una de las fincas tipo.

- Servicio de la deuda: incluirá los montos por concepto de la devolución del capital recibido como crédito, más el costo o interés generado por el uso de aquel, conforme a la tasa establecida para cada rubro, durante el periodo considerado, totalizando dichas obligaciones anuales para cada año de operación del proyecto durante su vida útil. Los valores serán determinados para cada una de las fincas tipo.
- Retiros básicos o valor de la canasta familiar en dinero en efectivo: representará el monto de dinero que los jefes de hogar pagan en efectivo durante el año para cubrir los gastos de sostenimiento de la unidad familiar. Dicho monto es extraído de la producción de la finca y demás ingresos familiares, que se determinarán en campo con la participación de los productores.
- Costos del plan de manejo ambiental: los valores para cada una de las fincas serán determinados en proporción al área de cada una de ellas que se beneficiará con el proyecto, a partir del monto definido en el estudio, correspondiente al PMA.
- Costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto: corresponden a los valores que deben pagar los usuarios del distrito, para sufragar los costos anuales de administración, operación y mantenimiento del proyecto. Los valores para cada una de las fincas tipo se determinarán según el área por regar y los cultivos y explotaciones que se desarrollarán en cada finca tipo, representados en los montos de las tarifas fija y volumétrica.
- Cuota de recuperación de inversión: los valores de las cuotas de recuperación para cada una de las fincas tipo serán determinados de acuerdo con el tamaño de cada una de ellas, teniendo en cuenta el tamaño de la UAF, la legislación vigente y la extensión del área beneficiada de la finca.
- Otros egresos: así como sucede en el caso de los ingresos, se deja la posibilidad de incluir otros egresos, originados por las actividades del proyecto (impuestos, por ejemplo).

c. Indicadores

Para la cuantificación y el análisis de los resultados financieros, a nivel de las fincas tipo, se determinarán e interpretarán los siguientes indicadores:

- Capacidad financiera o capacidad de pago: muestra la disponibilidad de dinero en efectivo que actualmente tienen y que tendrán los usuarios durante los años de operación del proyecto para pagar sus obligaciones (financieras, fiscales) o para sufragar los gastos generados por el proyecto y las actividades productivas. Este indicador se calcula en distintos momentos del desarrollo de las activi-

dades del proyecto, y sus resultados indicarán si se garantiza o no que los usuarios puedan pagar las obligaciones que les corresponden, haciendo viable o no la construcción del proyecto.

- Ingreso disponible después de cubrir obligaciones: muestra el monto de los recursos en dinero en efectivo con los que contarán los usuarios potenciales del distrito, después de cubrir las obligaciones originadas por el proyecto, las actividades productivas y los gastos de sostenimiento de la unidad familiar. Tales recursos permitirán sufragar cargas fiscales y demás impuestos de ley, así como realizar actividades de inversión, ahorro o capitalización.
- Requerimientos de incentivos o subsidios: con respecto a proyectos considerados como inversiones sociales del Estado, determina el monto o el porcentaje del valor de las inversiones que deberán ser objeto de incentivo o subsidio por parte del Estado, según los tipos de usuarios o productores (pequeño, mediano y grande), para que las inversiones requeridas para la materialización del proyecto les sean atractivas.
- Requerimientos de crédito: determina el monto o el porcentaje del valor de las inversiones (créditos de mediano y largo plazo) y de los costos de producción (créditos de corto plazo) que deben ser objeto de crédito, según los tipos de usuarios o productores (pequeño, mediano y grande).
- Beneficio incremental del productor: muestra el valor monetario correspondiente a los recursos y productos anuales adicionales que obtendrá el productor por las actividades productivas desarrolladas con la utilización del proyecto, los cuales podrá emplear para su sostenimiento y el de la familia, y como excedente para reinversión, ahorro o capitalización.
- Valor presente neto del beneficio incremental: valor del beneficio incremental para las fincas tipo, descontado a una tasa definida para el capital privado por el consultor, para 20 años de evaluación del proyecto.
- Relación beneficio/costo (B/C): se determina descontando los valores a la tasa definida para el capital privado por el consultor, para 20 años de vida útil del proyecto.
- Tasa interna de retorno (TIR) financiera: indica la rentabilidad esperada de los recursos requeridos, para el desarrollo del proyecto y de la producción, correspondiente a cada finca tipo.
- Volumen de la producción incremental: determina el volumen de la producción incremental que se obtendrá mediante la ejecución del proyecto, con lo cual se logrará el aumento tanto de los ingresos de los beneficiarios como de la oferta de alimentos o materias primas para la industria.
- Valor de la producción incremental: determina el valor incremental anual que se obtendrá mediante

la ejecución del proyecto, con lo cual se logrará el aumento de los ingresos de los beneficiarios y del producto interno bruto agropecuario (PIBA).

- Generación de empleo productivo: determina la cantidad de jornales y de empleos anuales (considerando 240 jornales/persona/año como pleno empleo rural) que se generarán como resultado de la construcción y operación del proyecto, así como del desarrollo del plan de producción agropecuaria, representados en cada finca tipo.
- Flujos de fondos para el análisis financiero de las fincas tipo: se basan en la valoración a precios de mercado constantes para el año en que se realiza el estudio de los ingresos y de los egresos actuales. Proyectados a 20 años, tales flujos son causados y generados por: a) la construcción y operación del proyecto, y b) el desarrollo, tanto de las actividades productivas correspondientes al plan de producción como de las sumas por amortizar para el pago de las inversiones del proyecto, de las actividades productivas y de los costos de operación y mantenimiento del distrito y de la unidad familiar.

Para cada una de las fincas tipo, se cuantificará la producción de los cultivos que se explotan en la actualidad y se valorará a precios de mercado a nivel de finca o del productor, teniendo en cuenta su destino y las formas de comercialización.

Por su parte, el plan agropecuario determinará la producción esperada con la utilización del distrito, y el estudio de mercado determinará el valor de la producción anual vendida. A partir de lo anterior, se establece el valor del ingreso actual, el ingreso esperado con la operación del proyecto y el incremental que, igualmente, se espera obtener.

Ahora bien, el plan de ingeniería cuantificará el valor de las inversiones requeridas para la captación, la conducción y la distribución del agua hasta el nivel predial; también cuantificará los costos a nivel predial, los costos de la infraestructura asociada (vías, administración, etc.), los costos y las inversiones de los servicios complementarios, los costos ambientales y los costos de operación y mantenimiento para el funcionamiento del proyecto. El plan además establecerá el cronograma para la ejecución de dicho proyecto, el cual se incorpora a los flujos de fondos.

Además de los resultados propios de cada finca tipo (flujos de fondos), se deberán presentar las memorias de cálculo correspondientes a cada finca tipo.

4.7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto debe presentarse a precios económicos o sombra y a precios financieros o de mercado.

Se requiere evaluar la conveniencia de continuar con el proceso de formulación del proyecto y medir las repercusiones de su ejecución desde el punto de vista del país, cuando se consideren recursos públicos para la ejecución del mismo.

También se requiere realizar la comparación (a precios de mercado y a precios sociales) de los beneficios netos incrementales resultantes, y los costos de las obras, programas y demás egresos y acciones necesarias para obtener dichos beneficios.

Este análisis debe estar fundamentado en la situación agropecuaria actual o situación sin proyecto y en la situación con proyecto, que incluye la formulación de los planes agropecuarios, el estudio de mercados, el estudio de las obras de ingeniería, los costos de operación y mantenimiento, el valor de las inversiones ambientales, las inversiones en equipos requeridos y, en general, en todos los componentes que directamente incidan en los beneficios y en los costos del proyecto, durante el periodo de evaluación.

4.7.1. Situación sin proyecto o situación actual

La situación sin proyecto corresponderá a la condición actual, es decir, cuando aún no se está ejecutando el proyecto. Para este escenario, se deberá tomar el valor presente neto del beneficio neto de los flujos futuros de caja operacional, descontados a la tasa de oportunidad para el capital privado. Lo anterior, para un periodo de evaluación de 30 años o el establecido por el consultor, de acuerdo con la actividad productiva y demás condiciones planteadas, en el que no se reflejen variaciones positivas o negativas como producto de alguna inversión de capital asociada a la obra de adecuación de tierras prevista.

4.7.2. Situación con proyecto

La situación con proyecto corresponde a la materialización de este y a la obtención de mejoras en los ingresos por la utilización del distrito de riego, de acuerdo con el ciclo productivo de los cultivos o las explotaciones pecuarias, la vida útil de la maquinaria y los equipos, y las inversiones

en infraestructura realizadas para el distrito. Para este escenario, se deberá tomar el valor presente neto del beneficio neto de los flujos futuros de caja operacional, descontados a la tasa de oportunidad para el capital privado. Lo anterior, para un periodo de evaluación de 30 años o el establecido por el consultor, de acuerdo con la actividad productiva y demás condiciones del proyecto, en el que se reflejen variaciones positivas o negativas como producto de las inversiones de capital, asociado a la obra de adecuación de tierras prevista.

Para la evaluación económica a precios sombra, precios de cuenta o precios sociales, se requiere incorporar:

- Inversiones

Representadas por los pagos para compra de tierra, maquinaria y vehículos requeridos para la administración, operación y mantenimiento del proyecto de riego; además, por el valor de las inversiones de reposición de maquinaria y equipos, servicios de apoyo a la producción, obras de los sistemas prediales de riego y drenaje, adecuación a nivel predial, manejo de los impactos ambientales, desarrollo del plan de producción agropecuario, y maquinaria agrícola.

Para el estudio económico, se adoptaron los porcentajes de componente externo y componente nacional, que serán definidos por el consultor de acuerdo con los estudios de ingeniería. Los porcentajes se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentajes de componente externo y componente nacional

	Componente	%
	Externo	
Nacional	Total	
	Mano de obra calificada	
	Mano de obra no calificada	
	Otros	



Foto: Archivo UPRA

- Precio sombra de los productos agropecuarios

Provenirá de información disponible en el Ministerio de Agricultura, el Banco de la República y los gremios, así como de información de comercio internacional, entre otras fuentes.

- Precio sombra de la mano de obra calificada y no calificada

Provenirá de los resultados del estudio socioeconómico del proyecto, de información disponible en el DNP y el DANE, así como de valores utilizados en estudios similares recientes.

- Precio sombra de la divisa

Provenirá de información disponible en el DNP o del valor utilizado en estudios similares recientes.

- Precio sombra de los costos del proyecto y de los costos de producción

Provenirá de los resultados del plan de ingeniería, de los estudios de costos unitarios y de información disponible en el Ministerio de Industria y Comercio, Procolombia y el DNP. Para el caso de los costos del plan de ingeniería, estos se deben valorar a precios económicos o sombra, para lo cual es necesario identificar los costos, la mano de obra (calificada y no calificada), el componente importado y el componente nacional.

Para la evaluación económica, se debe considerar como mínimo:

- Precio sombra de los productos agropecuarios
- Precio sombra de la mano de obra no calificada y calificada
- Precio sombra de la divisa
- Precio sombra de los costos del proyecto y de los costos de producción
- Análisis de sensibilidad

Para las evaluaciones a precios económicos y a precios de mercado, se requiere realizar un análisis de sensibilidad para medir, a través de los indicadores, el comportamiento del proyecto, frente a posibles cambios en sus diferentes variables, tales como las áreas adecuadas, los rendimientos, los precios de los productos, el volumen de la producción, los costos de la producción agropecuaria y los costos del proyecto.

Los cálculos de sensibilidad serán independientes con respecto a los cambios porcentuales, tanto negativos en los rendimientos (-5 % y -10 %) y en los precios de productos agrícolas y pecuarios (-5 % y 10 %), como positivos en los costos de producción agropecuarios (+5 % y 10 %) y el costo de obras (+5 % y 10 %). Estos porcentajes podrán

ser ajustados de acuerdo con las tendencias económico-productivas del momento en que se haga la evaluación y según el criterio del organismo ejecutor. También se deben considerar (para el análisis de sensibilidad) la disminución del área de riego adecuada y el retraso en la ejecución de las inversiones.

4.7.3. Indicadores

Con base en los resultados de los análisis para la situación sin proyecto (situación actual) y la situación con proyecto (considerando las alternativas propuestas de los planes agropecuario y de ingeniería), se tomará el valor presente neto del beneficio neto para cada escenario, descontando los valores actuales de la inversión en la obra de adecuación de tierras en el primer año a la tasa de oportunidad para el capital privado y para el capital social, respectivamente. Los beneficios y los costos se distribuirán en el tiempo, de conformidad con el plan de ingeniería, la incorporación de áreas a la producción con riego, la velocidad de adopción de los nuevos sistemas de producción por los diferentes tipos de agricultores y la vida útil del proyecto, a precios constantes a la fecha elegida por el consultor para la homogenización de los datos del proyecto.

Se requiere calcular e interpretar los siguientes indicadores, a precios de mercado:

- Valor presente neto del beneficio incremental
- Relación beneficio/costo
- Tasa interna de retorno

Los ingresos y los costos se calcularán a nivel de finca o del productor, y para el análisis financiero del proyecto se utilizará una tasa de oportunidad del capital para el sector privado, definida por el consultor. Para la evaluación económica, se utilizará la tasa oficial de descuento vigente.

Además, se determinarán los empleos incrementales directos e indirectos, generados por el proyecto, para el año del desarrollo pleno de este.

El consultor deberá presentar las conclusiones que permitan determinar la viabilidad del proyecto y, por ende, la continuación con la ejecución de la siguiente subetapa del proceso de formulación del proyecto (factibilidad); además, deberá dar las recomendaciones de las alternativas técnicas, económicas, ambientales y sociales más atractivas, para ser tenidas en cuenta en la subetapa de factibilidad.

Las recomendaciones se deben concretar en lo siguiente:

- Pasar a la subetapa de factibilidad.
- Aplazar el proyecto.
- Rechazar el proyecto.



Foto: Archivo UPRA

- Obtener información adicional.
- Replantear el proyecto.

4.8. INFORME DE PREFACTIBILIDAD

A continuación, se presenta una guía general para la presentación del informe de prefactibilidad, el cual debe cumplir con lo establecido en este manual y en las «Guía para la etapa de preinversión en proyectos de adecuación de tierras» (Forero *et al.*, 2018).

Capítulo 1. Introducción

- Origen del proyecto
- Actividades previas realizadas
- Organismos gubernamentales y otras organizaciones participantes
- Forma, plazos y condiciones en que se preparó el estudio de prefactibilidad

Capítulo 2. Antecedentes

- Marco jurídico en el que se plantea el proyecto
- Estudios previos realizados que fundamentan el proyecto
- Características y condiciones generales de la zona de estudio
- Recursos y limitantes para el desarrollo

Capítulo 3. Concepción del proyecto

- Razones técnicas, sociales y económicas para la selección.
- Oportunidades y limitaciones del desarrollo del proyecto.
- Estrategia por seguir para el desarrollo del proyecto
- Riesgos del proyecto

Capítulo 4. El área del proyecto

- Ubicación geográfica. Delimitación del área del proyecto
- Aspectos sociales, culturales y políticos institucionales
- Aspectos demográficos
- Aspectos espaciales
- Aspectos culturales
- Aspectos políticos institucionales
- Aspectos arqueológicos

- Gestión organizacional.
- Compromiso de los posibles beneficiarios
- Asociación provisional de usuarios
- Agenda preliminar de servicios complementarios
- Ordenamiento social de la propiedad
- Función social y ecológica de la propiedad rural
- Gestiones para la integralidad del proyecto
- Estudios básicos
- Hidrología
- Climatología
- Hidrogeología (si aplica)
- Cartografía
- Agrología
- Topografía
- Geología, geomorfología
- Geotecnia
- Actividades económicas
- Actividades agropecuarias
- Vías y transporte y su relación con la comercialización de la producción agropecuaria y la obtención de insumos
- Infraestructura productiva y de comercialización agropecuaria
- Condiciones sociales
- Condiciones ambientales

Capítulo 5. Planteamiento de alternativas y esquema de las obras

- Tipos de obras
- Balance hídrico
- Áreas por beneficiar
- Distancia a la fuente de agua
- Prediseños de las obras
- Sistema de riego
- Sistema de drenaje
- Protección contra inundaciones
- Obras especiales
- Otros usos (proyectos multipropósito)
- Costos y presupuesto

Capítulo 6. Definición de la alternativa más conveniente para ejecutar el proyecto

- Tipo de proyecto.
- Magnitud del proyecto
- Interés por el proyecto
- Costo probable de las obras (intervalo de variación)
- Costo probable por hectárea de las obras

Capítulo 7. Aspectos ambientales

- Magnitud del proyecto y requerimientos ambientales
- Calidad del agua en las fuentes superficiales y subterráneas
- Diagnóstico ambiental de alternativas (DAA) (donde se requiera)
- Estudio de impacto ambiental (donde se requiera)
- Articulación con estudios ambientales y climatológicos existentes

Capítulo 8. Desarrollo agrícola y producción

- Distribución predial y usos existentes
- Cultivos y prácticas agrícolas existentes
- Características y dimensión de la producción agropecuaria
- Patrones de costos de los usos existentes
- Servicios complementarios

Capítulo 9. Mercados, precios

- Análisis de la oferta
- Análisis de la demanda
- Análisis de los precios que los agricultores recibirán por sus productos
- Disponibilidad y precios de los insumos requeridos en los procesos de producción
- Sistema de comercialización, plantas de procesamiento y otros servicios
- Requerimientos de inversiones para la comercialización

Capítulo 10. Evaluación financiera

- Resultados de los indicadores de evaluación

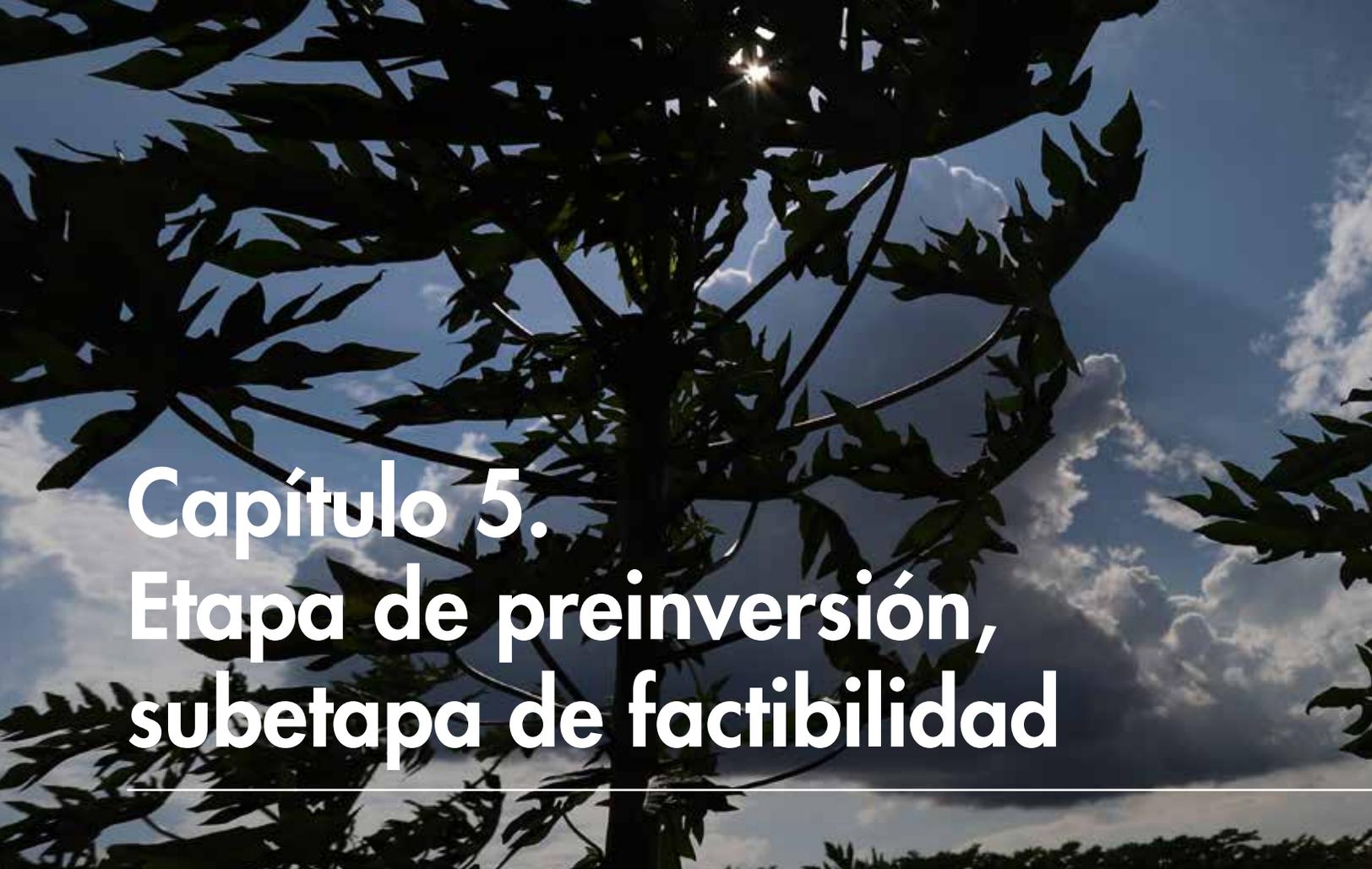
Capítulo 11. Beneficios y justificación

Capítulo 12. Concepto de viabilidad

Capítulo 13. Recomendaciones sobre acciones que seguirán

- Pasar a la etapa de factibilidad
- Aplazar el proyecto
- Rechazar el proyecto
- Obtención de información adicional
- Reformular el proyecto





Capítulo 5. Etapa de preinversión, subetapa de factibilidad

Para esta subetapa se deberá realizar un análisis de las alternativas identificadas en la prefactibilidad, así como un análisis comparativo y una selección de la alternativa más favorable, con base en criterios técnicos, sociales, ambientales y económicos, así como de los riesgos que puedan asociarse a la concepción y evaluación de este proyecto. Se deberán realizar las consideraciones de los aspectos sociales, ambientales, técnicos, económicos, de institucionalidad y demás que puedan afectar la evaluación realizada y la continuidad del proceso de concepción del proyecto de adecuación de tierras.

Se deberán realizar todos los estudios y prediseños con un grado suficiente de detalle, que permita adelantar una evaluación de todos los aspectos del proyecto, para establecer con un grado de certeza aceptable las bondades, beneficios, costos, indicadores económicos, sociales y ambientales, con el fin de definir si el proyecto es o no factible, así como si amerita pasar o no a la siguiente etapa del proceso o subetapa de diseño.

Se requerirá el análisis de alternativas técnicas, con el propósito de comparar y seleccionar aquellas que permitan optimizar costos y adoptar soluciones ajustadas a la práctica más reciente de la ingeniería, y buscar sistemas y obras que garanticen el uso eficiente de los recursos y un proyecto sostenible en todos los aspectos.

Para proyectos especiales de mediana y gran escala, donde se presenten extensas áreas por desarrollar u obras complejas que requieran consideraciones a largo plazo, se deberá analizar el desarrollo del proyecto por etapas, de manera que se pueda implementar el proyecto en forma gradual, para permitir en algunos casos distribuir las inversiones iniciales en el tiempo. Este análisis debe realizarse en la subetapa de factibilidad y para la subetapa de diseño, de ser posible se deben recomendar las etapas de construcción y de implementación del proyecto y su secuencia de desarrollo, cuando sea el caso.

5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

5.1.1. Recopilación y análisis de la información existente

Se revisará en detalle la información existente del proyecto, estudios anteriores de identificación y prefactibilidad, así como otros estudios específicos o regionales, diagnósticos agropecuarios, planes de ordenamiento territorial y demás información que guarde relación con el proyecto por desarrollar.

Se recopilarán, actualizarán y analizarán la información topográfica y cartográfica, las fotografías



aéreas, imágenes de sensores remotos, así como la información geológica y sísmica, geomorfológica, geotécnica, agrológica, climatológica y de hidrología, freaticométrica, sedimentológica, de diagnóstico sobre cuencas hidrográficas aportantes, social, económica, de mercadeo, sistemas de comercialización, uso de la tierra y demás aspectos de utilidad para el área del proyecto, que pueda ser aprovechable para el estudio. Para llevarlo a cabo, se deberán consultar estudios de proyectos de las entidades a nivel gubernamental que se relacionen directa o indirectamente con el área del proyecto, tales como Incofer, UPRA, Invías, Isagén, Ingeominas, Ideam, Gas Natural o similares, Corporación Autónoma Regional, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ANT, ADR y otras. Asimismo, se recopilará la información base para la zonificación ambiental del proyecto.

Se realizarán un inventario y selección de las fotografías aéreas del área del proyecto y de sus zonas circundantes, disponibles en el IGAC, para su utilización en el estudio.

Las aerofotografías y las imágenes de satélite y de radar (si existen), tomadas en diferentes épocas, pueden ser particularmente útiles para evaluar el comportamiento de cauces de corrientes de agua, de sectores sometidos a inundaciones, de zonas sujetas a procesos de deforestación, etc.

5.1.2. Agrolología

El objetivo es examinar las características agrológicas, efectuar las separaciones de las unidades, clases y subclases de suelos y determinar el área neta aprovechable, para facilitar la elaboración de los planes de desarrollo agropecuario, la determinación de los requerimientos de riego y drenaje, la definición de los sistemas correspondientes y el manejo más apropiado de las aguas y de los suelos.

Se deberá preparar la clasificación semidetallada para riego y drenaje del área de estudio, de acuerdo con las normas internacionales y del IGAC que sirvan para este propósito. Para tal fin, se requiere revisar los estudios de suelos existentes y efectuar aquellas comprobaciones que permitan contar con un estudio de suelos a nivel semidetallado, con clasificación de tierras con fines de riego y drenaje, según las normas que el IGAC ha establecido para dichos estudios.

Se requiere adelantar el reconocimiento de suelos para el área bruta del proyecto (área de estudio), donde se identifican y analizan las propiedades químicas, físicas e hidrofísicas de cada unidad de suelo, con la respectiva interpretación y evaluación de los aspectos pedológicos de los suelos para riegos. La ejecución del estudio se

adelantará con base en las normas y especificaciones de la metodología y lineamientos en los manuales de reconocimiento de suelos del IGAC y de acuerdo con el Sistema Taxonómico de Norteamérica (USDASSS), teniendo en cuenta los siguientes documentos de la UPRA: «Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios: metodología a escala general (1:100.000)» (Rodríguez, Flórez y Siachoque, 2013). y «Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a escala 1:25.000» (Rodríguez *et al.* 2015).

El estudio debe contemplar los siguientes aspectos:

- Compilación, revisión y evaluación de información secundaria.
- Análisis de la información existente en la zona de estudio, como estudios de suelos y de capacidad de uso de la tierra. Se compilará, analizará y evaluará el material temático existente, como geología y geomorfología, que sirvan de soporte para el análisis de los procesos formadores de los suelos.

De igual forma, se obtendrán la cartografía básica, como planchas a escala de 1:10.000 a 1:25.000 (según la información existente) y fotografías aéreas para el área de estudio, a escala entre 1:20.000 y 1:40.000.

- Fotointerpretación

Se fotointerpretarán los insumos de sensores remotos o cercanos, para definir unidades geomorfológicas a través de la identificación del tipo de relieve y forma del terreno, fuentes básicas y de gran importancia para la interpretación de la geomorfología.

Adicionalmente, se realizará la fotointerpretación de las coberturas de la tierra, con su respectiva leyenda, para luego, en campo, corroborar los patrones de fotointerpretación y así ratificar y dar la significancia de las unidades de uso de los suelos.

- Reconocimiento agrológico en campo

Con base en la delimitación de las unidades fisiográficas, se realiza el plan por seguir en el reconocimiento de campo, para luego realizar el respectivo reconocimiento en mapeo libre, donde se hacen observaciones en todas las formas del terreno.

En cada forma del terreno se determinará el contenido pedológico, según la relación suelos-paisaje, para identificar el patrón de distribución de los suelos. Por el nivel de detalle del estudio, el nivel de generalización de clasificación taxonómica se realizará hasta familias, especialmente familia textural o unidades funcionales como conjuntos de subgrupos por paisaje fisiográfico, con establecimiento de consociaciones de familias textu-

rales o complejos, grupo indiferenciado, inasociaciones según sea el caso.

En campo, se realizarán observaciones detalladas y de comprobación con una densidad de una (1) a tres (3) observaciones detalladas y de cuatro (4) a seis (6) de comprobación por kilómetro cuadrado. Si la unidad fisiográfica es pequeña, la densidad será mayor, y en la zona de extrapolación se realizarán las observaciones necesarias para la comprobación de los suelos reconocidos en las zonas piloto; se harán observaciones cada 120 metros y se realizará una (1) calicata o perfil modal por cada suelo diferente.

En cada observación detallada se definirán las características morfológicas externas e internas de cada horizonte; se determinarán las características físicas (textura, color, estructura, consistencia, profundidad efectiva), químicas (pH, carbonatos, cenizas volcánicas) y además, se definirán los horizontes genéticos y diagnósticos.

Una vez se determine el contenido pedológico de las diferentes unidades cartográficas, con base en las características morfológicas, se escogerán los sitios representativos para la descripción de los perfiles modales de suelos, que son calicata(s) o apiques, donde se identifican en cada horizonte las características externas e internas.

Las siguientes son características externas: posición geomorfológica, material parental, régimen de humedad y temperatura, pedregosidad superficial, uso actual, clase y grado de erosión, drenaje externo y pendiente. Características internas físicas: drenaje natural, drenaje interno, profundidad efectiva con la respectiva limitante y presencia de raíces. En cada horizonte se toma el color, textura, estructura, consistencia, porosidad y actividad de microorganismos límites entre los horizontes. Las características químicas de cada horizonte son pH, reacciones al FNa, HCl.

Además, se reconocerán algunas formaciones especiales, si las hay; se definirán los horizontes genéticos y diagnósticos, y finalmente, se tomarán muestras de cada horizonte y se enviarán al laboratorio de suelos para los respectivos análisis químicos. Si estas se requieren para suelos con grietas, se solicitará hacer el coeficiente de extensión lineal o índice de contracción (COEL). En el laboratorio, se determinarán las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica, el fósforo disponible, los carbonatos, las bases totales y la saturación, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el aluminio intercambiable. Si en los resultados de campo se encuentran problemas de salinidad, se realizará la salinidad, además de determinar las propiedades físicas como la granulometría.



Adicionalmente, se realizarán las pruebas hidrofísicas para la adecuación de las tierras, como la infiltración que se realiza en el sitio donde se describe el perfil de cada unidad del suelo. En el perfil representativo de cada unidad de suelo, se tomarán muestras en los horizontes de los primeros 60 cm, para determinar en el laboratorio la densidad real, la densidad aparente, las retenciones de humedad a saturación, 1/3 atmósferas, 15 atmósferas y la conductividad hidráulica.

En cada unidad de suelo, se realizará la prueba de infiltración, para hacer curvas de infiltración instantánea y acumulada y determinar la permeabilidad.

- Elaboración de mapas

La unidad de mapeo se identificará, según sea el caso, en consociaciones, complejos, áreas misceláneas, grupos indiferenciados, inasociaciones; cada unidad cartográfica tendrá sus respectivas fases, por pendiente, inundabilidad, encharcamiento y erosión, según sean los resultados del reconocimiento en campo. Se elaborarán los siguientes mapas a escala de publicación 1:25.000 o 1:5000, dependiendo del tamaño del proyecto (de pequeña, mediana o gran escala):

- Mapa de suelos: se realizará con base en la fotointerpretación y el reconocimiento en campo; contará con su respectiva leyenda de suelos, cada unidad cartográfica de suelos con el respectivo símbolo y fases. Adicionalmente, el mapa tendrá la ubicación de las observaciones y las calicatas o perfiles modales.
- Mapa de clasificación de capacidad de uso y manejo: el sistema de clasificación comprende tres categorías: clases, subclases y grupos de manejo. Las clases son ocho y se identifican con números romanos de I a VIII, la numeración identifica el aumento progresivo en las limitaciones de capacidad de uso. Cada clase agrupa suelos con el mismo grado de cualidades y de limitaciones para la producción de cultivos; también se basa en la posibilidad de mecanización y en las respectivas prácticas de manejo que se requieran, el mapa lleva la respectiva leyenda.
- Mapa de clases de tierras para riego: se identificarán las seis clases de suelos de acuerdo con su aptitud para agricultura de riego (1, 2, 3, 4, 5, 6), tomando como base los aspectos físicos, económicos y ecológicos similares que afectan la conveniencia de la tierra para riego. Los factores económicos y físicos se correlacionarán en la clasificación para riego a través de las relaciones entre las condiciones físicas y la producción esperada, los costos de producción, los costos de desarrollo de la tierra, el nivel de habilidad de manejo y desarrollo tecnológico y la indicación de las limitaciones y recomendaciones.

- Mapa de uso actual: con base en la fotointerpretación y el reconocimiento en campo y con la transferencia de líneas, se digitaliza el mapa de las diferentes unidades de uso con su respectiva leyenda.

- Informe: documento técnico

Este deberá contener principalmente una parte descriptiva de la zona y otra parte descriptiva de la geomorfología y los suelos, y resaltar los parámetros climáticos, geomorfológicos, geológicos, etc., que han permitido definir las diferentes unidades fisiográficas. Contendrá otra parte interpretativa sobre la evaluación de la calidad o aptitud de los suelos, la clasificación según el sistema utilizado (USDA, CYS, FAO, Storie, etc.) y la identificación de las clases de suelos de acuerdo con su aptitud para agricultura de riego, tomando como base los aspectos físicos, económicos y ecológicos similares que afectan la conveniencia de la tierra para riego. Los factores económicos y físicos se correlacionarán en la clasificación para riego a través de las relaciones de las condiciones físicas de la misma a la producción esperada, al costo de producción y al costo de desarrollo de la tierra, a un determinado nivel de habilidad de manejo y desarrollo tecnológico e indicación de las limitaciones y recomendaciones. Se requiere un apéndice de materiales y métodos, relación fisiográfica, suelos, génesis y taxonomía, propiedades físicas químicas e hidrodinámicas, descripción completa de los perfiles modales de suelos, gráficas y mapas.

5.1.3. Cartografía (restitución)

Esta actividad se adelantará para los proyectos de mediana y gran escala. No obstante, para los proyectos de pequeña escala, se debe evaluar la conveniencia de adelantarla, como reemplazo de la topografía, en función del área del proyecto y las condiciones topográficas de la zona, de tal manera que se garantice la precisión requerida no solo para adelantar los prediseños de la subetapa de factibilidad, sino los diseños detallados de las obras, teniendo en cuenta lo establecido en el numeral correspondiente.

Se deberá preparar una restitución aerofotogramétrica del área de estudio a una escala mínima de 1:5000 con curvas de nivel a intervalos máximos de 1,0 metro. Para el efecto, se deberá realizar la toma de fotografías aéreas del área del proyecto. Esta restitución aerofotogramétrica deberá cumplir con las especificaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

La cartografía que se realice con tecnología LIDAR deberá cumplir por lo menos las siguientes especificaciones para la toma de datos:

El vuelo tendrá por objeto el recubrimiento de las zonas por estudiar, respetando los márgenes necesarios para

garantizar la calidad del producto final y la cobertura total del área.

Antes de ejecutar el vuelo, se debe presentar su planeación a la interventoría del proyecto, la cual podrá hacer las observaciones que considere necesarias sobre la planificación propuesta. La ejecución de la fase de vuelo solo comenzará si la interventoría del proyecto ha aprobado el proyecto definitivo presentado. Los datos mínimos para el plan de vuelo se presentan a continuación:

- Altura de vuelo (m sobre el terreno):
 - LIDAR overlap (%)
 - Velocidad (knot)
 - # pasadas
 - PRF (intensidad de láser) (kHz)
 - Frecuencia de escaneo (Hz)
 - Ángulo de escaneo (FOV) (degree + o -)
 - Swath (m)
- Para toma de aerofotografías:
 - Photo overlap (%), tanto transversal como longitudinal
 - Pixel size X (m)
 - Pixel size Y (m)
- Datos generales del plan de vuelo:
 - Número total de pasadas
 - Longitud promedio de líneas (km)
 - Área por cubrir en LIDAR (km²)

Los anteriores datos deberán garantizar una colección en LIDAR de mínimo cuatro puntos por metro cuadrado como densidad promedio en todas sus clasificaciones; para el DTM, una densidad de dos y medio puntos por metro cuadrado, y para las aerofotografías que se garantice un tamaño de pixel mínimo de 10 cm.

Equipo por utilizar

Los siguientes son los requisitos mínimos con que deberá contar el equipo o sistema que el consultor presente:

- Escáner:
 - Precisión en elevación: entre 5 y 15 cm
 - FOV (field of view): 50 grados
 - Frecuencia de escaneo: 70 Hz
 - Roll compensación: 10 grados
 - Número de retornos: 4
- Precisión del sistema inercial
 - Posición (m): 1,5 horizontal; 3,0 vertical
 - Velocidad (m/s): 0,05

- Roll & Pitch (deg): 0,03
- True heading (deg): 0,1
- Sistema global de navegación por satélite (GNSS): antena doble frecuencia que garantice las siguientes especificaciones:
 - GPS: L1 C/A, L2C, L2E, L5
 - Glonass: L1 C/A, L1 P, L2 C/A, L2 P
 - Galileo 11: L1 BOC, E5A, E5B, E5AltBOC
 - QZSS: L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5
 - SBAS: Simultaneous L1 C/A and L5
 - L-Band: OmniSTAR VBS, XP, HP and G2, Trimble-CenterPoint RTX
 - BeiDou: B1, B2
- Cámara: en lo posible, deberá estar integrada al sistema; de no ser así, se deberá indicar el procedimiento de captura de información de aerofotografías, y este deberá ser aprobado por la interventoría.

La cámara fotogramétrica deberá tener una resolución mayor a 50 MP, formato medio.

El vuelo estará apoyado de los vértices GPS de la red geodésica del proyecto asociada a Magna Sirgas; se evitarán distancias superiores a 30 km entre la estación GPS más cercana y el sensor durante la realización del vuelo. Se utilizarán equipos GPS de doble frecuencia para el apoyo en tierra, con las siguientes especificaciones mínimas:

- GPS: L1 C/A, L2C, L2E, L5
- Glonass: L1 C/A, L1 P, L2 C/A, L2 P
- QZSS: L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5
- SBAS: Simultaneous L1 C/A and L5

El vuelo no podrá realizarse en días de fuerte viento, lluvia, nubes bajas, ya que la calidad de los datos podría verse alterada.

Se informará a la interventoría de la ejecución de los vuelos tras la realización de los mismos, especificando las zonas recorridas, las fechas y cualquier incidencia que haya afectado al trabajo.

La fase de vuelo no finalizará hasta que no se hayan asegurado una correcta consecución de la toma de datos, la cobertura total de la zona, la densidad de puntos LIDAR sobre el terreno planificada y la no existencia de líneas de vuelo erróneas, con ruido o con gaps de datos.

Se deberá entregar reporte de cada uno de los vuelos o misiones ejecutadas en formato shp, dwg o kml.

La adquisición de fotografías aéreas y de datos LIDAR debe ser desde un avión o helicóptero afiliado a una

empresa de trabajos aéreos especiales o con los permisos requeridos para este tipo de trabajos en el país.

Se debe adjuntar la copia de la especificación de operación en la modalidad de aerofotografía y el certificado de aeronavegabilidad especial vigente, emitido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, donde aparezca la matrícula de la aeronave propuesta por el proponente para realizar los sobrevuelos.

La información de cobertura tanto de LIDAR como de foto debe ser el 100 % del área definida para el proyecto. Las áreas donde existan nubes bajas no deberán superar el 3 %.

Procesamiento y manejo de datos

Para el procesamiento y manejo de datos se debe garantizar lo siguiente:

- Todos los datos de navegación y medición GPS deberán procesarse utilizando efemérides precisas y épocas de referencia para las estaciones en tierra.
- Si las trayectorias son procesadas por PPP (precise point position), se deberá adjuntar pantallazos de los reportes de procesamiento que arroja el software. Este procedimiento será exclusivamente para chequeo de la trayectoria, pero en primera instancia se utilizarán las estaciones en tierra.
- El sistema de referencia para el procesamiento de datos debe ser Magna-Sirgas.
- El sistema de referencia vertical para el procesamiento de los datos debe ser Geocol 2004, salvo en proyectos específicos donde se requiera precisión vertical asociada al Datum Buenaventura, se deberá realizar un modelo Geoidal local.
- Todas las unidades de medida deben ser presentadas en Sistema Internacional (SI).
- Todos los archivos de las líneas de vuelo que resulten de más de 2GB deben ser separados en segmentos que no superen los 2GB.
- Cada segmento será considerado archivo diferente y debe asignársele una identificación por separado.
- Los retornos múltiples de un pulso dado deben ser almacenados en orden secuencial.
- Se trabajarán con las siguientes clasificaciones con sus respectivos códigos:

- * 0 sin clasificación
- * 1 default
- * 2 ground



- * 3 low vegetation
- * 4 medium vegetation
- * 5 high vegetation
- * 6 building
- * 8 model keypoints
- * 9 water
- * 12 overlap

Los puntos considerados *outliers*, erróneos, ruido, con problemas de confiabilidad geométrica o cualquier otro tipo de punto considerado inusable deben ser identificados usando la anotación «Withheld» (Class=11), de acuerdo con las especificaciones internacionales en esta materia. Esto aplica fundamentalmente a puntos identificados durante el preprocesamiento y a través de rutinas automáticas de posprocesamiento. A los puntos de ruido identificados durante el análisis manual y durante el proceso de aseguramiento y control de calidad se les debe asignar la clasificación «Noise» (Class=7), sin importar la naturaleza del ruido.

Precisión

Los datos estarán basados en la última versión de la Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPRS, por sus siglas en inglés), según las siguientes tablas para precisión horizontal y vertical, respectivamente.

Cuadro 4. Precisión horizontal y vertical: restituciones

Horizontal Accuracy Class	Absolute Accuracy			Orthoimagery Mosaic Seamline Mismatch (cm)
	RMSE, and RMSE (cm)	RMSE (cm)	Horizontal Accuracy at 95 % Confidence Level (cm)	
X-cm	≤ X	≤ 1,414 * X	≤ 2,448 * X	≤ 2 * X

VERTICAL ACCURACY STANDARDS FOR DIGITAL ELEVATION DATA

Vertical Accuracy Class	Absolute Accuracy			Relative Accuracy (where applicable)		
	RMSE, Non-Vegetated (cm)	NVA ¹ AT 95 % Confidence Level (cm)	VVA ² AT 95 th Percentile (cm)	Within-Swath Hard Surface Repeatability (Max Diff), (cm)	Swath-to-Swath Non-Vegetated Terrain (TMSD) (cm)	Swath-to Swath Non-Vegetated Terrain (Max Diff) (cm)
X-cm	≤ X	≤ 1,96 * X	≤ 3,00 * X	≤ 0,60 * X	≤ 0,80 * X	≤ 1,60 * X



Tanto la distribución de los puntos de control como los datos de aerotriangulación estarán sujetos a los estándares de la ASPRS para datos geoespaciales.

Cartografía para presas y embalses

Si las alternativas más opcionadas incluyen presas y embalses, se requerirá cartografía a escala 1:5000 con curvas de nivel a intervalos máximos de 1,0 metro de los sitios de obras y de las áreas vecinas, de manera que se permita la completa ubicación de instalaciones y vías de acceso.

Los amarres de las restituciones aerofotogramétricas y los levantamientos topográficos con las redes geodésicas regionales o nacionales, tanto planimétricas como altimétricas, deberán complementarse hasta el detalle necesario, de manera que se permita la materialización completa del proyecto y la evaluación correcta de su magnitud y cantidades de obra.

Con base en la restitución aerofotogramétrica, se deben definir la forma y los linderos de los predios y del área por beneficiar dentro de ellos, así como verificar o actualizar la tenencia de la tierra, para lo cual se utilizarán también los planos catastrales disponibles en las oficinas municipales o departamentales de Catastro.

Se deberá disponer del modelo digital de terreno (DTM). La cartografía básica debe estar en formato Shapefile o File Geodatabase, de acuerdo con el modelo de datos definido por el IGAC.

5.1.4. Topografía

Se adelantarán estos trabajos con el alcance y precisiones que se detallan a continuación. No obstante lo anterior, dependiendo de la precisión de la cartografía adelantada en la subetapa de factibilidad, se evaluará la suficiencia de la misma para adelantar los diseños de las obras y se establecerá en qué casos esta debe ser complementada con topografía detallada.

5.1.4.1. Proyectos de pequeña escala

Se trabajará con coordenadas reales (IGAC). La poligonal para el trazado de las redes de canales o tuberías principales y secundarias se realizará con nivel, estación total, GPS de doble frecuencia en tiempo real u otro método de comprobada exactitud, y deberá ser estacada y nivelada cada 20 metros, o menos, cuando exista un accidente significativo del terreno que amerite indicar el detalle respectivo. Se buscará que los ángulos de deflexión para el trazado de las líneas de tubería de conducción y distribución fabricada en PVC sean múltiplos de 11,25°.

En la memoria de la estación total deben quedar almacenados todos los datos de los deltas que componen

la poligonal (coordenadas norte y este; distancias horizontal, inclinada y vertical; ángulos horizontal, vertical y azimut).

Las medidas de longitud deben ser tomadas con equipos de medición electrónica. De no contar con este recurso, deben ser tomadas directamente con cintas de acero que estén en condiciones óptimas.

Todos los deltas de las poligonales deben materializarse con una estaca en zonas verdes y con puntos en zonas duras, para garantizar que sean identificados perfectamente en el terreno. Los puntos deben ser marcados en sitios estables como postes, cercas, muros y puentes, con un color vivo que debe ser exclusivo de los trabajos de topografía. En las zonas verdes se debe hacer una limpieza del terreno de aproximadamente 0,3 metros alrededor del vértice, para su fácil ubicación.

Todas las mediciones angulares de los vértices de la poligonal deben hacerse en posición directa e inversa, para eliminar de esta forma el error de colimación. Estas mediciones deben quedar registradas en la memoria de la estación total y anotadas en la cartera de campo.

Si se está alternando una poligonal con la toma de detalles, una vez instalado el equipo en la estación se debe ubicar siempre primero el siguiente delta de la poligonal antes de comenzar la radiación; el primer detalle de la radiación que se tome desde esa estación debe ser el delta de la poligonal que se acabó de localizar, para asegurar de esta forma la información de la poligonal.

En lo posible, no debe haber cambios bruscos en las distancias de las poligonales, para evitar errores geométricos a la hora del ajuste de la misma.

Los trabajos por realizar comprenden:

- El levantamiento planimétrico y altimétrico detallado para el dibujo de planchas a escala 1:1000 y curvas de nivel cada 0,25 metros de los sitios donde se ubicarán las estructuras hidráulicas necesarias para el proyecto (presas de derivación, bocatomas, sedimentadores, sifones, viaductos, puentes, desagües, diques, etc.).
- La información sobre la propiedad y el tamaño de los predios, que deberá obtenerse en el terreno y ser confrontada y ajustada con los datos de la Oficina de Catastro.
- El trazado de las líneas principales de conducción del agua de riego, que comprende el eje y las secciones transversales a intervalos adecuados, dependiendo de la topografía, incluyendo franjas de terreno (entre 2,0 y 5,0 m) localizadas a ambos lados del eje respectivo. Al encontrarse con accidentes naturales, se realizará su levantamiento detallado para conseguir curvas de nivel a intervalos de 0,25 m.

- A fin de preparar los prediseños de las obras de adecuación predial, se realizarán levantamientos topográficos planialtimétricos en la zona piloto representativa que permitan preparar planos a escalas 1:1000 o 1:2000, con curvas de nivel a intervalos de 0,25 a 0,50 m, dependiendo del microrrelieve y del método de riego seleccionado. El área o las áreas seleccionadas deberán ser, por lo menos, el 5 % del área total por adecuar o el 5 % del número de predios, la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico.

Referencias en el terreno

Estas serán mojones de concreto en forma de pirámide truncada de sección cuadrada, con su respectiva plaqueta de identificación fabricada en bronce e incrustada en la cima, con dimensiones de la base de por lo menos 15 cm por 15 cm y de tope de 10 cm por 10 cm; sobresaldrán 20 cm del terreno natural y se enterrarán como mínimo 50 cm por debajo de la superficie. En la cara superior, tendrá incrustada una placa metálica de bronce que le dé coordenadas y cota real, tomando como referencia la información del IGAC y la identificación correspondiente, el número del contrato, municipio, el nombre de la entidad contratante y la fecha, orientándolos al norte magnético, de manera que permita la localización de obras existentes y la posterior localización de las estructuras.

Dichos mojones deberán incluirse en un plano de localización y colocarse en sitios estratégicos, estables y protegidos, donde no sean estropeados por maquinaria, vehículos o animales, y siempre tendrán otros mojones de referencia. Se adjuntará una memoria que permita la localización exacta de todos los mojones.

Se deberán materializar las siguientes referencias:

- Parejas de mojones intervisibles para la referenciación de las poligonales bases, ubicadas a lo largo del trazado y fuera del eje de las mismas, debidamente identificados. De igual manera, se referenciarán las estructuras principales y las que se ubiquen a lo largo de canales u otra estructura de conducción (en el evento en que la alternativa evaluada contemple el trasvase de otros ríos, que requiera de un canal u otro sistema de conducción).
- Estacas y tacos con puntilla en la iniciación de cada poligonal, en cada punto de intersección y en la finalización de la misma, marcados en tinta indeleble con los respectivos números de orden y abscisado.
- Tolerancias en los levantamientos.
- Para tránsito, el cierre angular en segundos no podrá ser superior a 10 multiplicado por la raíz cuadrada de n , donde n es el número de vértices de la poligonal.



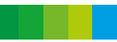


Foto: Archivo UPRA

- Para nivelación, el máximo error vertical permisible en centímetros no podrá exceder de $1,5$ por la raíz cuadrada de k , donde k es la distancia nivelada en kilómetros, y el máximo error de las distancias horizontales entre puntos no será superior a un centímetro por cada 50 metros (1:5000).

En todos los levantamientos y planos, siempre se debe utilizar el sistema de coordenadas geográficas IGAC.

Todas las escalas indicadas anteriormente para los planos y secciones transversales, intervalos de curvas de nivel, etc., podrán ser modificadas por el interventor.

El consultor deberá entregar, como mínimo, los siguientes documentos:

- Carteras de los levantamientos topográficos.
- Cálculos, en medio digital, de las poligonales y nivelaciones.
- Modelo digital del terreno.
- Mojones instalados según lo indicado.
- Planos reproducibles de las dimensiones indicadas por el interventor a escala 1:500 y en medio digital. El levantamiento detallado debe mostrar la ubicación de las placas IGAC utilizadas para los trabajos.
- Planos de localización de los componentes del proyecto.

5.1.4.2. Proyectos de mediana y gran escala

La cartografía requerirá ser complementada mediante levantamientos topográficos en los siguientes aspectos:

- Dentro de la evaluación de la situación actual de ingeniería, es necesario obtener un inventario adecuado de los sistemas de riego, drenaje, vías y protección contra inundaciones existentes o identificados, tanto los reportados en los estudios anteriores como los identificados en la fotointerpretación, y se harán levantamientos selectivos de las secciones transversales de los canales y diques existentes; también se precisará la localización de las estructuras principales existentes y se levantarán esquemas de estas con las dimensiones, cotas y características técnicas significativas. El alcance de tales levantamientos será el suficiente para evaluar la posibilidad de integrar las obras existentes a las alternativas del plan de ingeniería y establecer las necesidades de remodelación y complementación.
- Una vez seleccionadas las alternativas del plan de ingeniería, se procederá a efectuar levantamientos topográficos en los sitios de ubicación de las obras principales contempladas y a localizar en el terreno los ejes de los canales, conductos y otras obras principales.
- Para la red de infraestructura que se proyecte, se realizarán levantamientos topográficos

planialtimétricos de precisión para la preparación de planchas a escalas 1:1000 o 1:2000 con curvas de nivel a intervalos de 0,25 metros a lo largo del trazado de los canales o ductos principales, en franjas de por lo menos 15 metros a lado y lado de los ejes.

- Para las redes secundaria y terciaria de riego y drenaje, se harán levantamientos selectivos planialtimétricos de uno o dos modelos de canales o conductos, con el propósito de extrapolar los costos a toda la red secundaria. Toda la red secundaria y terciaria se debe localizar directamente sobre la cartografía.
- A fin de preparar los prediseños de las obras de adecuación predial, se realizarán levantamientos topográficos planialtimétricos en la zona piloto representativa que permitan preparar planos a escalas 1:1000 o 1:2000, con curvas de nivel a intervalos de 0,25 a 0,50 metros, dependiendo del microrrelieve y del método de riego seleccionado. El área o las áreas seleccionadas deberán ser por lo menos el 5 % del área total por adecuar o el 5 % del número de predios, la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico.
- Se efectuará la nivelación, si así se requiere, de limnímetros y limnígrafos existentes en las fuentes del proyecto, así como de los aljibes y pozos freáticos o de observación existentes, la cual se referenciará a la red geodésica nacional.

Los levantamientos topográficos se ligarán a las placas existentes del IGAC y se dejarán suficientes referencias que permitan su utilización para estudios posteriores más detallados.

La poligonal para el trazado de las redes de canales o tuberías principales, secundarias y terciarias se realizará con estación total, y deberá ser estacada y nivelada cada 20 metros o menos, cuando exista un accidente significativo del terreno que amerite indicar el detalle respectivo.

Se buscará que los ángulos de deflexión para el trazado de las líneas de tubería de conducción y distribución fabricada en PVC sean múltiplos de $11^{\circ} 15'$.

Especificaciones mínimas

- Planimetría: este trabajo deberá ser realizado con estación total u otro método de comprobada exactitud. La abscisa K0+000 será en todos los casos la correspondiente al sitio de iniciación del trazado, o sea, en el punto de salida de la estructura de captación, en los casos de canales o ductos de riego, o en el punto de descarga del desagüe a un cauce natural, en los de obras lineales de drenaje.

Los levantamientos planimétricos pueden realizarse mediante el empleo de estaciones totales, cuya precisión angular sea menor o igual a $5''$ (segundos).

Las medidas de longitud deben ser tomadas con equipos de medición electrónica. De no contar con este recurso, deben ser tomadas directamente con cintas de acero que estén en condiciones óptimas.

Se trazarán normales a las poligonales donde ocurran cambios bruscos de configuración del terreno, con una cobertura no inferior a 20 metros a lado y lado del eje para la red primaria y como mínimo de 15 metros a lado y lado del mismo para los canales o conductos secundarios modelo.

Se incluye dentro del trabajo por realizar la línea de tránsito adicional que se requiera para efectuar el cierre lineal y angular de cada una de las poligonales, al sistema IGAC.

En la memoria de la estación total deben quedar almacenados todos los datos de los deltas que componen la poligonal (coordenadas norte y este; distancias horizontal, inclinada y vertical; ángulos horizontal, vertical y azimut).

Todos los deltas de las poligonales deben materializarse con una estaca en las zonas verdes y con puntos en las zonas duras, para garantizar que sean identificados perfectamente en el terreno. Los puntos deben ser marcados con un color vivo que debe ser exclusivo de los trabajos de topografía, en sitios estables como postes, cercas, muros y puentes. En las zonas verdes se debe hacer una limpieza del terreno de aproximadamente 0,3 metros alrededor del vértice para su fácil ubicación.

Todas las mediciones angulares de los vértices de la poligonal deben hacerse en posición directa e inversa, para de esta forma eliminar el error de colimación. Estas mediciones deben quedar registradas en la memoria de la estación total y anotada en la cartera de campo.

Si se está alternando una poligonal con la toma de detalles, una vez instalado el equipo en la estación, se debe siempre ubicar primero el siguiente delta de la poligonal antes de comenzar la radiación, y siempre el primer detalle de la radiación que se tome desde esa estación debe ser el delta de la poligonal que se acabó de localizar, para asegurar de esta forma la información de la poligonal.

En lo posible, no debe haber cambios bruscos en las distancias de las poligonales, para evitar errores geométricos a la hora del ajuste de la misma.

- Altimetría: los levantamientos altimétricos deben efectuarse a partir de vértices (BM, NP, puntos geodésicos, puntos de altura geométrica o trigonométrica certificada).

Se obtendrán las cotas de las poligonales base utilizando para ello un nivel de precisión. Las lecturas se harán cada 20 metros como máximo, o en los sitios de cambios de pendiente. Al encontrarse con accidentes naturales, se realizará su levantamiento detallado para conseguir curvas de nivel a intervalos de 0,25 metros; para las normales, el levantamiento se llevará a cabo con el detalle requerido para obtener cotas en números redondos de metro en metro en terrenos planos y de hasta 5 en 5 metros en pendientes fuertes.

En los sitios donde se emplazarán estructuras hidráulicas, se efectuará el levantamiento con los detalles indispensables para el diseño de las mismas. Por lo tanto, aquel debe permitir el dibujo de planchas en las que aparezcan curvas de nivel cada 0,25 metros.

Referencias en el terreno

Las referencias en el terreno serán mojones de concreto en forma de pirámide truncada de sección cuadrada, con su respectiva plaqueta de identificación fabricada en bronce e incrustada en la cima, con dimensiones de la base por lo menos de 15 cm por 15 cm y de tope de 10 cm por 10 cm; sobresaldrán 20 cm del terreno natural y se enterrarán como mínimo 50 cm por debajo de la superficie.

Dichos mojones deben estar debidamente referenciados para su rápida localización, pues es necesario que se monamenten por pareja de puntos. La distancia mínima entre ellos debe ser por lo menos de 100 metros, para garantizar el azimut de arranque para el cálculo de las poligonales (al menos un mojón deberá ubicarse en puntos de referencia de fácil ubicación y acceso y bajo custodia, como escuelas, iglesias o salones comunales, etc.), y uno de los mojones en la cara superior tendrá incrustada una placa metálica de bronce con coordenadas y cota real, tomando como referencia la información del IGAC e identificación correspondiente, el número del contrato, municipio, el nombre de la entidad contratante y la fecha, orientándolos al norte magnético que permita la localización de obras existentes y la posterior localización de las estructuras.

Los mojones deberán incluirse en un plano de localización y colocarse en sitios estables y protegidos, donde no sean estropeados por maquinaria, vehículos o animales y siempre tendrán otros mojones de referencia.

Se adjuntará una memoria que permita la localización exacta de todos los mojones.

Se deberán materializar las siguientes referencias:

- Parejas de mojones intervisibles para la referenciación de las poligonales base, ubicadas a lo largo del trazado y fuera del eje de las mismas, debidamente identificadas. De igual manera, se referenciarán



Foto: Erika Lothes Bernal



Foto: Erika Lothes Bernal

las estructuras principales y las que se ubiquen a lo largo del canal u otra estructura de conducción (en el evento en que la alternativa evaluada contemple trasvase de otros ríos, que requiera de un canal u otro sistema de conducción).

- Estacas y tacos con puntilla en la iniciación de cada poligonal, en cada punto de intersección y en la finalización de la misma, marcados en tinta indeleble con los respectivos números de orden y abscisado.

Tolerancias en los levantamientos topográficos

- El cierre angular en segundos no podrá ser superior a 10 multiplicado por la raíz cuadrada de n , donde n es el número de vértices de la poligonal.
- Para nivelación, el máximo error vertical permisible en centímetros no podrá exceder de 1,5 por la raíz cuadrada de k , donde k es la distancia nivelada en kilómetros, y el máximo error de las distancias horizontales entre puntos no será superior a un centímetro por cada 50 metros (1:5000).

En todos los levantamientos y planos siempre se deben utilizar coordenadas geográficas ligadas al sistema IGAC.

Todas las escalas indicadas anteriormente para los planos y secciones transversales, intervalos de curvas de nivel, etc., podrán ser modificadas por el interventor.

En el siguiente apartado se mencionan los documentos que deberá entregar el consultor.

Informes

Los informes de levantamientos topográficos realizados por métodos convencionales deberán contener como mínimo los aspectos relacionados a continuación:

- Descripción de los trabajos
 - a. Nombre del proyecto.
 - b. Copia de tarjeta profesional y copia del documento de identidad del topógrafo responsable del trabajo.
 - c. Tipo de equipo utilizado y especificaciones del mismo.
 - d. Metodología utilizada para realizar el levantamiento.
 - e. Cantidad de deltas localizados, nombres utilizados y nomenclatura estipulada.
 - f. Cantidad de detalles levantados.
 - g. Metodología utilizada para hacer el levantamiento.
 - h. Esquema de determinación del levantamiento.
 - i. Descripción del equipo utilizado, anexando el certificado de calibración con vigencia no mayor a seis (6) meses.
 - j. Certificado de calibración de los equipos topográficos con vigencia máxima 6 meses (estaciones totales o GPS).
 - k. Puntos de amarre certificados por el IGAC.



- Cálculos y ajustes
 - a. Carteras de cálculo de la poligonal y de cálculo de detalles o datos crudos (Raw) de la estación total. En las carteras de campo se deben colocar los números que identifiquen la poligonal y los vértices utilizados en el amarre, cantidad de deltas localizados, nombres utilizados, nomenclatura estipulada y cantidad de detalles levantados (escaneadas y pasadas a formato PDF).
 - b. Para levantamientos con GPS, presentar copia de datos crudos en formato RINEX.
 - c. Se debe entregar el cuadro de coordenadas del levantamiento, de acuerdo con los puntos identificados en el mismo, con su correspondiente codificación o nomenclatura (relacionados con el esquema de determinación en las carteras de campo).
 - d. Registro fotográfico de los mojones materializados en campo.
 - e. Planos de localización general de los trabajos topográficos

Los informes de levantamientos altimétricos deberán contener, como mínimo, los aspectos relacionados a continuación:

- a. Descripción de los trabajos.
- b. Objetivo de la nivelación.
- c. Comisión de topografía: relacionar sus integrantes o participantes (cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matrícula profesional, según sea el caso).
- d. Los puntos de amarre utilizados y certificados por el IGAC.
- e. Cantidad de puntos nivelados.
- f. Cantidad de cambios realizados y longitud de la nivelación y contranivelación.
- g. Metodología utilizada para hacer la nivelación.
- h. Descripción del equipo utilizado, anexando el certificado de calibración con vigencia no menor a seis (6) meses.

Se deben realizar y entregar los cálculos y ajustes de la nivelación en una hoja de Excel con copia en un archivo con extensión PDF con la siguiente información:

- a. Cálculo de las cotas de los puntos tomados en la nivelación.
- b. Cálculo de la contranivelación.
- c. Comparación entre la nivelación y la contranivelación.
- d. Cálculo de la longitud del circuito de nivelación.
- e. Cálculo del error de cierre.
- f. Cálculo de la nivelación ajustada.

- Certificación de los vértices

Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres. Solamente,

como apoyo altimétrico, se deben utilizar los NPs o cualquier punto con cota determinada geoméricamente como vértice.

- Carteras de campo

Estas deben estar escritas de forma clara, y contener todos los datos originales, esquemas e información pertinente, compilados en un libro. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

- a. Nombre de la obra o proyecto.
- b. Para quién se realiza la obra o proyecto.
- c. Número que identifique la nivelación.
- d. Vértices utilizados en el amarre.
- e. Localización.
- f. Fecha y hora de inicio y hora final.
- g. Nombre del topógrafo.
- h. Nombre de los auxiliares.
- i. Equipo utilizado (marca y serial).
- j. Zona de actividades (dirección, vereda, predio).

- Documentos

- a. Carteras de los levantamientos topográficos.
- b. Cálculos, en medio magnético, de las poligonales y nivelaciones.
- c. Mojones instalados según lo indicado.
- d. Modelo digital del terreno.
- e. Planos reproducibles de las dimensiones indicadas por el interventor, a escala 1:500, en medio digital, y levantamiento detallado que muestren la ubicación de las placas IGAC utilizadas para los trabajos.
- f. Planos de localización de los componentes del proyecto.

5.1.5 Geología

Esta actividad se adelantará únicamente para proyectos de mediana y gran escala, con el alcance descrito a continuación:

Se deberá analizar la información existente sobre geología regional y de detalle obtenida en los estudios anteriores y complementarla, con el objeto de verificar y caracterizar más exactamente las fallas y demás estructuras geológicas y los diferentes niveles de roca presentes en la zona y que puedan afectar las obras proyectadas. Con el fin de obtener información adicional y de acuerdo con las evaluaciones de ingeniería del proyecto, se deberá plantear un programa de prospecciones en los diferentes sitios (captaciones, diques, etc.), que permitan el mejor conocimiento de los macizos rocosos interesados, la litología respectiva y una caracterización detallada de las formaciones donde se fundarán las diferentes estructuras.

Se preparará un mapa geológico general del área de estudio a escala 1:50.000 o mayor, incluyendo las

cuencas aledañas aferentes a la misma. La información geológica permitirá definir las grandes unidades geomorfológicas, estratigráficas, litológicas y tectónicas.

Las principales obras de infraestructura (presas, embalses, túneles, bocatomas, canales, principales, diques, estructuras hidráulicas, puente-canales, vías, puentes y obras similares) serán sometidas a un estudio geológico semidetallado, con el objeto de aclarar aspectos relacionados con la estabilidad, las condiciones de fundación, fallas activas existentes, y en general todos los aspectos que para un proyecto de adecuación de tierras sea necesario analizar.

Las fuentes de materiales de construcción requeridos para las obras deberán ser objeto de un levantamiento geológico semidetallado, para garantizar y cuantificar los materiales disponibles.

Una escala apropiada para trabajar esta subetapa puede variar entre 1:1000 y 1:5000 para los sitios de obras principales. Para el estudio de corredores de túneles, la escala puede variar entre 1:10.000 y 1:25.000.

El estudio incluirá la presentación de un informe geológico donde se contemplen, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Alcance de las investigaciones.
- Condiciones geológicas y geomorfológicas, geología estructural, hidrogeología y condiciones geotécnicas generales.
- Presentación y análisis de resultados.
- Mapas geológicos con los detalles de la estratigrafía y el perfil geológico, detallados con la ubicación de las perforaciones realizadas; además, los diagramas de contornos de frecuencia de diaclasas y las discontinuidades leídas, cuando sea aplicable.
- Conclusiones y recomendaciones.

5.1.6. Geomorfología

Esta actividad se adelantará únicamente para proyectos de mediana y gran escala, con el alcance descrito a continuación:

Se elaborará un estudio general geomorfológico del área del proyecto y zonas de influencia, en el cual se identifiquen los grandes paisajes y las unidades morfológicas que las integran. Se determinarán y analizarán la génesis, evolución y características litológicas, tectónicas y denudación, con el fin de establecer su comportamiento sobre el área del proyecto y zonas de influencia frente a obras civiles de



Foto: Erika Lothes Bernal



adecuación de tierras, y de evaluar las zonas donde dichos procesos pueden llegar a limitar las actividades agropecuarias.

Se analizará la dinámica de los ríos y quebradas que se tomarán como fuentes de abastecimiento, especialmente en las zonas de captación de agua para riego, así como los arroyos y caños que atraviesan la zona donde se hayan identificado procesos activos que puedan tener influencia sobre la evolución y estabilidad de las unidades geomorfológicas aledañas y su modificación por la presencia de las obras proyectadas o construidas.

Se hará un estudio geomorfológico semidetallado en aquellos sectores que presenten procesos evolutivos que puedan afectar las obras civiles proyectadas. Se preparará un mapa geomorfológico general del área del estudio a escala 1:50.000, que incluya las cuencas aledañas aferentes a la misma y delimite las unidades propias de la dinámica fluvial (terrazas, planos aluviales, cauces abandonados, etc.).

Se establecerán recomendaciones respecto a la localización de los canales y de las estructuras de los sistemas por ejecutar, y se definirán requerimientos en relación con medidas por adoptar para contrarrestar o mitigar los efectos adversos que se puedan ocasionar durante la etapa de construcción.

En los casos de embalses, en el área de la cuenca y dependiendo de sus características geológicas, geomorfológicas y de producción de sedimentos, se deberá realizar un estudio geomorfológico en el cual se analicen los tipos de materiales que componen el vaso, sus pendientes naturales, el clima, los usos del suelo y la estabilidad de las laderas. Lo anterior, con el fin de identificar y evaluar las zonas inestables y las potencialmente inestables que puedan afectar el proyecto por operación futura del embalse, y determinar el grado de influencia que estas condiciones puedan tener sobre el diseño de las obras. Como resultado de estas investigaciones, se deberán plantear soluciones para controlar la producción y transporte de sedimentos y, si es el caso, determinar las acciones para la estabilización de laderas. Se evaluarán también los cambios morfológicos introducidos en el cauce principal (agradación y degradación) por acción de las obras del proyecto.

Se preparará un mapa geomorfológico general del área de estudio, a escala 1:50.000 o mayor, que incluya las cuencas aledañas aferentes a la misma. Se delimitarán las unidades propias de la dinámica fluvial tales como terrazas, planos aluviales, cauces abandonados, etc.

5.1.7. Geotecnia

Se efectuarán los trabajos de exploración y análisis geotécnico con el alcance y detalle que se precisa

a continuación y que deberá ser complementado con acciones, análisis y sugerencias adicionales del especialista geotécnico de la consultoría. Para ello, se deben tener en cuenta, citar y relacionar en el informe las normas técnicas colombianas (NTC) RAS 2000 título g o NSR vigentes que se empleen, total o parcialmente, en lo referente a geotecnia.

5.1.7.1 Proyectos de pequeña escala

Se deberá llevar a cabo:

- Investigación directa del subsuelo mediante dos (2) perforaciones con muestreo en los extremos del sitio de la captación propuesta. La profundidad mínima de cada uno de ellos deberá ser la mayor entre la mitad de la longitud de la captación o 2,5 veces el ancho de dicha estructura.
- Investigación directa del subsuelo mediante dos (2) perforaciones con muestreo en puntos diagonales de la zona de ubicación del desarenador, en caso de ser propuesto, y la profundidad mínima de dichas exploraciones deberá ser la mayor entre la mitad de la longitud del desarenador o 2,5 veces el ancho de esta estructura.
- Al menos un apique con muestreo de no menos de 2,0 metros de profundidad o un metro adicional a la cota de instalación de la tubería, según se requiera hidráulicamente (la mayor entre las dos), por cada 5 km de longitud de tubería de conducción y distribución. Para longitudes menores de 5 km, se realizarán al menos dos (2) apiques.
- Investigación directa con una (1) perforación con muestreo en cada punto de apoyo de viaducto o paso elevado y la profundidad mínima de cada exploración será el tercio de la longitud de la luz entre los apoyos.

En cada una de las perforaciones antes mencionadas es obligatorio que se obtengan al menos dos (2) muestras inalteradas y mínimo dos (2) por cada cinco (5) metros de una misma exploración, especialmente en la cota de fundación de la estructura y bajo esta, con excepción de los estratos granulares en el que el muestreo se acepta de forma alterada, sugiriéndose la toma de datos con SPT y el registro de los parámetros de la prueba y los conteos de penetración.

Para las muestras inalteradas obtenidas, deberá efectuarse al menos un ensayo de compresión axial no confinada por cada dos (2) muestras obtenidas del total realizadas al proyecto y, al menos, un ensayo de corte directo por cada sitio de perforación efectuado para estructuras principales. Dicho ensayo podrá ser no consolidado no drenado en estratos no sumergidos o sin nivel freático, o consolidado drenado en el caso que estén en presencia de agua freática.

La realización de ensayos de laboratorio debe ser suficiente para garantizar la clasificación de cada uno de los estratos identificados en la exploración, mediante sistema unificado de clasificación de suelos (UCSC) y de caracterización física: límites de consistencia, granulometría o lavado en tamiz núm. 200, gravedad específica, peso unitario y humedad natural, así como la referencia de la última verificación o calibración de los equipos necesarios para el desarrollo del ensayo. En caso de que el proyecto contemple reservorios, deben incluirse no menos de dos (2) pruebas de permeabilidad en campo o laboratorio por método de cabeza constante o variable según corresponda por el tipo de suelo, que sustenten la necesidad o no de impermeabilización del substrato.

La obligatoria inclusión en los anexos de los registros de campo editados de la exploración y de los resultados de todos y cada uno de los ensayos realizados según norma respectiva y formato independiente para cada uno, incluyendo los efectuados in situ (SPT, CPT o CPTu), los procedimientos (alturas y masas), las condiciones (estático o dinámico) o equipos (descripción) con los que fueron realizados.

- Presentación de un registro fotográfico de las actividades realizadas

Se presentará y anexará un mapa geotécnico con la ubicación georreferenciada MAGNA-SIRGAS de todas y cada una de las perforaciones efectuada, con escala 1:50.000, incluyendo la descripción de la estructura proyectada y de la morfología general del sitio.

El análisis deberá incluir el cálculo de la capacidad de soporte, la descripción del método empleado, incluyendo los parámetros estáticos y pseudoestáticos (este último solo para zonas de amenaza media y alta de sismo); el cálculo o estimación de los asentamientos probables, tanto elásticos como por consolidación en el caso de suelos compresibles, incluyendo el análisis de la obtención de los parámetros usados, es decir, referenciando el ensayo efectuado o anexando y sustentando la correlación empleada.

El análisis de estabilidad de cortes de zanjas para tubería o pequeños terraplenes, laderas o cortes de taludes con altura mayor o igual 1,5 metros de altura deben ser analizados al menos mediante procedimiento de equilibrio límite con propuesta de mecanismo de falla de tipo global, referenciando el método usado y anexando la memoria del mismo, incluyendo las tablas, nomogramas o fórmula empleada. Si la altura supera los cuatro y medio (4,5) metros de altura, el análisis debe ser más detallado con mecanismo de falla analizado por un método de equilibrio límite que incluya dovelas.

5.1.7.2 Proyectos de mediana y gran escala

Para obras de infraestructura como bocatomas, desarenadores, canales principales y secundarios,

diques, estructuras hidráulicas, puente canales, pasos elevados o pasos subterráneos dirigidos, laderas, taludes, terraplenes, vías y puentes se llevarán a cabo procedimientos de investigación que al menos cumplan los criterios para pequeña escala, pero que garanticen muestreo a profundidad no menor a aquella donde los esfuerzos inducidos no superen el 10 % del esfuerzo de contacto de la estructura. Si dicha profundidad es mayor de 7 m se requerirá taladro mecánico y no se aceptarán perforaciones manuales. No se aceptarán correlaciones en parámetros relevantes como cohesión, ángulo de fricción interna, módulo elástico o cortante, relación de Poisson, peso unitario específico, permeabilidad o cualquier parámetro que se requiera para clasificación física, mecánica de los estratos explorados con fines de diseño de fundaciones o el análisis de estabilidad de laderas y taludes.

En el caso de presas, sus estructuras complementarias y zonas de inundación o embalse, túneles y otras obras mayores de complejidad similar, se realizarán exploraciones con taladro mecánico con muestreo profundo y sondeos con ensayos geofísicos, de tal forma que queden despejadas todas las dudas al respecto sobre las condiciones de fundación de las principales estructuras y obras subterráneas. Las pruebas geofísicas deben entregar un perfil de velocidades de onda de corte y compresión de los estratos subyacentes desde la superficie hasta una profundidad no menor de 30 m de profundidad adicional respecto de la cota de apoyo o fundación de la estructura proyectada.

La investigación mecánica del subsuelo en presas, túneles y obras de mayor complejidad deberá incluir no menos de dos (2) perforaciones por cada 25 m de longitud de presa, túnel, dique o reservorio, en profundidad no menor a 2,5 veces su altura, diámetro o profundidad, medida a partir de la cota de apoyo de la estructura y hasta una profundidad que garantice que los esfuerzos inducidos no superen el 10 % del esfuerzo de contacto de la estructura.

Se debe incluir para cada estructura la capacidad de soporte estática y pseudoestática o dinámica, análisis de asentamientos estimados elásticos y por consolidación (si es el caso de suelos compresibles) y análisis de estabilidad de laderas estático y pseudoestático donde exista potencial de deslizamiento, mediante métodos de equilibrio límite o por elementos finitos que incluya dovelas. Se deben modelar los esfuerzos normales y radiales en el caso de túneles, verticales y horizontales provocados por las demás estructuras complejas en el subsuelo, de tal forma que se puedan establecer las estructuras de fundación o soporte requeridas para su estabilidad y, así mismo, la modelación de flujo inducido de agua en el subsuelo en reservorios, diques o canales no impermeabilizados y el análisis de socavación en cauces de corrientes sobre las estructuras proyectadas y el diseño de su protección o contención.



No se aceptará que se realicen únicamente ensayos de compresión axial no confinada o SPT en muestras para el análisis de geotecnia en presas, túneles u obras complejas, sino que deberán programarse además de corte directo ensayos de triaxial monotónico o triaxial dinámico (de ser requerido), incluso para los estratos granulares. Dichas pruebas deberán efectuarse en condiciones efectivas.

Se deberán realizar ensayos suficientes para determinar la clasificación de cada uno de los estratos identificados en la exploración, mediante sistema unificado de clasificación de suelos (UCSC), y de caracterización física: límites de consistencia, granulometría o lavado en tamiz núm. 200, gravedad específica, peso unitario y humedad natural. Para las áreas de inundación de reservorios y embalses, deben incluirse no menos de dos (2) pruebas de permeabilidad en campo o laboratorio por método de cabeza constante o variable, según corresponda por el tipo de suelo, por cada hectárea inundada, de tal forma que la investigación se lleve a un nivel que despeje todas las dudas respecto a las condiciones de fundación y estabilidad, no solo de las estructuras superficiales y subterráneas, sino del entorno afectado por ellas.

Se presentará un mapa geotécnico con la ubicación georreferenciada MAGNA-SIRGAS de todas y cada una de las perforaciones y líneas o sondeos geofísicos, con escala 1:1000 o 1:2000, incluyendo notas u observaciones del tipo de exploración, sus condiciones de realización, el entorno morfológico general del sitio y tabla de numeración, posición y profundidad lograda.

De manera obligatoria, se deberán incluir en los anexos los registros de campo de la exploración directa, geofísica y de los resultados de todos y cada uno de los ensayos realizados, incluyendo los efectuados *in situ* (permeabilidad) y las condiciones o equipos con los que fueron realizados, así como la referencia de la última verificación o calibración de los equipos necesarios para el desarrollo del ensayo.

De igual manera, también deberá presentarse un registro fotográfico detallado de cada una de las actividades de campo y laboratorio, así como de los sitios de exploración y de las muestras.

Para todo tipo de distrito, la información de las fuentes de material se debe realizar mediante el levantamiento topográfico adecuado, la presentación de las licencias de explotación minera, la licencia ambiental, la propuesta de procedimientos de excavación o explotación, incluyendo la identificación y cuantificación de los mantos aprovechables y no aprovechables y la realización de ensayos de clasificación y caracterización mecánica del material aprovechable según el uso para el que se le requiera, tales como granulometría, límites de consistencia, peso unitario específico o gravedad

específica o Bulk, densidad máxima de compactación y humedad óptima y, en el caso de granulares de gradación mixta o bien gradados, el ensayo de CBR, desgaste y resistencia mecánica.

El informe deberá incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Geología local del proyecto y descripción del subsuelo y de cada unidad geológica, incluyendo espesores, origen y características físico-mecánicas.
- Perfil estratigráfico promedio, ya sea por estructura o grupo de estructuras, o estructura particular compleja o del proyecto.
- Alcance de las Investigaciones y descripción del proyecto y de las estructuras asociadas al diseño hidráulico y estructural de las mismas, donde se evidencia la interrelación profesional de los diseños.
- Presentación de los resultados.
- Análisis de los resultados.
- Selección de parámetros geotécnicos y procedimiento o justificación de selección.
- Planteamiento de factores de seguridad para reducción de parámetros y esfuerzos admisibles.
- Diseño geotécnico de fundaciones, estabilidad de laderas y taludes, entibados, excavación de zanjas, muros o sistemas de contención, capacidad de soporte, asentamientos esperados y movimientos de tierra de rellenos y excavaciones.
- Mapas respectivos de localización y detalle de obra.
- Recomendaciones de sistemas y métodos de ejecución de movimientos de tierra y construcción de obras.
- Recomendaciones de protección de estructuras o predios involucrados.
- Sistemas de explotación de canteras, fuentes de material y selección, levantamiento y diseño de los sitios de botadero.
- Anexos de perfiles de exploración particular, ensayos de laboratorio o campo, ensayos geofísicos, registro fotográfico, memorias de los modelos geotécnicos de esfuerzo de deformación del subsuelo alrededor de estructuras, estabilidad de taludes o laderas, flujos de agua en el subsuelo, etc.
- Copia de la matrícula profesional de quien firma o realiza las exploraciones y ensayos y de quien realiza los análisis y diseños, en caso de no haber sido adjuntadas durante el proceso contractual.

5.1.8. Sismología

Todo proyecto deberá incluir, al menos, un análisis y clasificación del perfil sísmico de los estratos del subsuelo de acuerdo con publicaciones generales existentes de la Asociación de Ingeniería Sísmica, usando como base, alternativamente, la metodología de la NSR vigente, similares o sus actualizaciones. Se deben incluir parámetros sísmicos de aceleración pico sísmica, coeficiente de importancia de estructuras y coeficientes

de efectos locales de sitio, coeficiente de aceleración máxima del terreno con su respectivo coeficiente de amplificación, los coeficientes de aceleración sísmica pseudoestáticos horizontal y vertical para análisis de estabilidad de laderas y taludes y cálculo y diagrama del espectro de diseño sísmico para fundaciones de estructuras en hormigón armado.

Se llevará a cabo, en caso de obras de especial magnitud e importancia. Para el estudio del riesgo sísmico conviene establecer un sitio equidistante de las alternativas o proyectos planteados, de tal manera que el estudio general resultante pueda ser aplicable comparativamente a todas las alternativas. El parámetro básico que debe aportarse en este estudio es la aceleración máxima probable en la roca, para utilizarlo en los análisis preliminares de las obras.

Por otra parte, es necesario confirmar la actividad de las fallas geológicas locales y regionales, para lo cual se requiere emprender un estudio de neotectónica o evaluación de la actividad reciente de las fallas a través del reconocimiento de las mismas por evidencias geológicas y geomorfológicas.

Se actualizará la información histórica existente y se realizará una evaluación y clasificación para confrontarla con los criterios internacionales para sismos.

Los criterios de diseño deben ser defensivos, teniendo en cuenta el mayor sismo (MS) que puede ocurrir durante la vida del proyecto. Con la información regional recopilada, se puede obtener la aceleración máxima probable.

Con los datos y características de los eventos sísmicos, la magnitud, la profundidad alcanzada en cada caso y la distancia del epicentro respecto a la zona en estudio, es posible definir el sismo de diseño para el proyecto.

5.1.9. Climatología y meteorología

El propósito de estos estudios es caracterizar debidamente las condiciones del clima del área de estudio que tengan incidencia en el planeamiento de su desarrollo agropecuario, contar con la información necesaria para preparar un balance hídrico dentro de las actividades del plan agropecuario y establecer las condiciones de precipitación extrema que inciden en la determinación de los módulos o coeficientes de drenaje y en el diseño de las obras. De particular importancia serán los análisis sobre precipitación, incluyendo la homogeneización y complementación de series, la precipitación media multianual, la precipitación decadal, la precipitación extrema y su variación territorial y las curvas de intensidad-duración-frecuencia.

Se desarrollarán los análisis descritos a continuación.

- Características climáticas de la zona de estudio

Los parámetros principales por evaluar serán precipitación, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, brillo solar, evaporación y otros que estén disponibles. Estos parámetros básicos se analizarán para periodos mensuales, siempre y cuando dichos parámetros no se utilicen para el cálculo del balance hídrico, en cuyo caso, al igual que para la precipitación, se analizarán para periodos decadales. Se prestará particular atención a la apropiada regionalización de los mismos, dependiendo del área de estudio, a fin de establecer una subdivisión en sectores con características climáticas equivalentes en lo que respecta al desarrollo agropecuario y a los requerimientos de riego y drenaje.

Dependiendo de la extensión del área de estudio y de la red de estaciones climáticas existentes, puede ser necesario efectuar el análisis dentro de un contexto más amplio, incluyendo estaciones ubicadas en regiones vecinas, y dar consideración a los posibles efectos de factores tales como accidentes orográficos, tendencias de circulación de las masas de aire y otros que resulten pertinentes. Se establecerá así, en la medida en que la información disponible lo permita, un modelo general de los patrones de comportamiento temporal y espacial de los parámetros climáticos, que constituya un marco que oriente su apropiada regionalización.

El análisis concluirá con series de los parámetros climáticos para el periodo base seleccionado, aplicables a cada uno de los sectores delimitados.

- Análisis de la información disponible sobre precipitación

A partir de la información básica recopilada, se realizará el análisis y homogeneización de las series y su complementación por medio de correlaciones y de comparación entre estaciones sometidas al mismo régimen climático, para series anuales, mensuales y decadales.

- Precipitación decadal media multianual: para la zona del proyecto y para las cuencas de las fuentes de agua en consideración, se obtendrá la precipitación total decadal media multianual en el año, la cual será utilizada en el establecimiento de los balances hídricos. A partir de las características físicas de los suelos, la topografía, la cobertura vegetal y la forma de la cuenca, se calculará el coeficiente de escorrentía y se determinará la precipitación efectiva total decadal para el área de estudio.
- Precipitación extrema y su variación territorial: se efectuará un análisis estadístico de la precipitación extrema para periodos de 1 a 15 días consecutivos, utilizando los registros de precipitación diaria, para determinar los coeficientes de drenaje aplicables al área de estudio. Asimismo, mediante el análisis de



tormentas históricas registradas simultáneamente en varias estaciones, se derivarán factores de reducción en función del área cubierta por la precipitación puntual.

Para cada una de las series de duraciones máximas para días consecutivos se deberá realizar el análisis de las lluvias diarias, utilizando la distribución de frecuencias que presente el mejor ajuste, con el fin de obtener los valores correspondientes para diferentes periodos de recurrencia, de acuerdo con el tipo de proyecto por desarrollar.

- Curvas de intensidad-duración-frecuencia: para efectos de la determinación de coeficientes de drenaje, es necesario establecer las intensidades máximas de precipitación para duraciones cortas.

Se prepararán curvas de intensidad-duración-frecuencia para las estaciones que disponen de registros pluviográficos. En la medida en que resulte conveniente, se establecerá una zonificación apropiada para la aplicación de diferentes curvas de intensidad-duración-frecuencia, apoyada por correlaciones con precipitación diaria extrema para utilizar la información de las estaciones pluviométricas. Para la obtención de los módulos de drenaje, se deberá considerar la simultaneidad de las precipitaciones en la zona de estudio.

5.1.10. Hidrología

Se realizarán los estudios hidrológicos requeridos para la evaluación de las posibles fuentes superficiales y subterráneas para el abastecimiento de agua y el establecimiento de los requerimientos de obras de protección contra inundaciones y de drenaje.

Se deberá solicitar a la autoridad ambiental competente un concepto sobre el caudal ecológico determinado para cada una de las fuentes de abastecimiento consideradas, el cual será tenido en cuenta en el cálculo del caudal disponible de las mencionadas fuentes hídricas.

Se deberá integrar al análisis de los drenajes naturales y de las fuentes de agua superficial, la incidencia de la variabilidad climática, en especial en los aspectos relacionados con los caudales mínimos, en los fenómenos de verano intenso y las amenazas de inundabilidad generadas por los fenómenos de lluvias intensas.

El estudio debe incluir la evaluación y proyección de las fuentes de contaminación hídrica, tanto en el proyecto como aguas arriba del mismo, su afectación social y económica, etc., y las opciones de mitigación. En particular, se deben considerar los siguientes aspectos:



Foto: Archivo UPRA



- Consulta y análisis de estudios e información existente

Se consultarán y analizarán exhaustivamente los estudios e investigaciones que guardan relación con la hidrología regional y local.

- Concesiones

Se trata del inventario de concesiones de agua y de derechos establecidos para su aprovechamiento, aguas arriba y aguas abajo, del posible sitio de captación, que afecten la disponibilidad hídrica real para el proyecto. Adicionalmente, se debe solicitar a la autoridad ambiental competente una certificación sobre los usos y aprovechamientos de la fuente aguas arriba y aguas abajo del sitio de captación.

- Caudales decadales

La información de caudales recopilada se evaluará y correlacionará, utilizando los registros más recientes que se encuentren disponibles, a fin de obtener series decadales homogéneas apropiadas para los propósitos del estudio y que cubran un periodo mínimo de 10 años.

Para la obtención o complementación de las series decadales, se realizarán mediciones diarias directas de caudales en las respectivas fuentes, en sitios cercanos a los de captación, y se incorporarán estas mediciones a las series existentes a través de factores de ponderación de área y precipitación media multianual y de correlaciones caudal-caudal o lluvia-caudal a nivel mensual, realizando la debida calibración, para complementar los datos faltantes de las series.

En los casos de las corrientes para las que no se disponga de series de información hidrométrica, se utilizarán modelos lluvia-caudal calibrados con información hidrométrica directa. Las series de caudales así obtenidas servirán, junto con la serie de precipitación y el uso consuntivo, para el modelo de simulación del balance hídrico decadal sectorizado. De esta forma se evaluará la capacidad y confiabilidad de las diferentes fuentes para cubrir las demandas de riego.

- Caudales y niveles mínimos

En todas las corrientes de agua que se consideren como alternativas de abastecimiento para la zona del proyecto, se deberán estimar caudales y niveles mínimos decadales para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años, consolidando los registros históricos y procesando estadísticamente el resultado, para considerar situaciones de simultaneidad.

Se utilizarán los registros obtenidos desde la etapa de reconocimiento del proyecto. En caso de no contar con esta información hidrométrica, se deberán efectuar

aforos en el tercio final de la época seca para estimar el caudal base. La estimación deberá efectuarse para cada década del año y para el año. Se recomienda utilizar las series decadales de caudal y aplicar la distribución Gumbel de mínimos, u otra que pueda ser válida.

- Caudales máximos

En los sitios de captación de las fuentes de agua deberán determinarse los caudales máximos instantáneos para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años. Para los ríos sujetos a protección contra inundaciones, deberán definirse además los hidrogramas correspondientes a las crecientes máximas para diferentes periodos de recurrencia, los cuales serán propagados a lo largo del cauce, con el fin de obtener los valores pico en los diferentes puntos de interés y su duración, teniendo en cuenta aportes de tributarios y flujo lateral, derivaciones, etc.

Se deberán obtener las correspondientes curvas de gasto (nivel-caudal) a partir de aforos directos en las secciones transversales de los diferentes puntos de control, de características hidráulicas conocidas. Si se consideran presas para embalses, en la etapa de prefactibilidad deberán efectuarse análisis definitivos de crecientes para el dimensionamiento de las obras de desviación de la corriente de agua por intervenir y del vertedero de excesos. Como resultado de los estudios de crecientes, deberán obtenerse hidrogramas de crecidas para diferentes probabilidades de ocurrencia, incluida la creciente máxima de diseño para el vertedero y para las obras de desviación durante la construcción.

- Niveles máximos

En caso de requerirse estudios de protección contra inundaciones en ríos o corrientes que afecten el área del proyecto, se deberán recopilar y procesar los datos de niveles registrados en dichos ríos y calcular los valores máximos para diferentes periodos de recurrencia.

- Modelos de tránsito de caudales

Los resultados de los análisis de caudales y niveles extremos se utilizarán en modelos del tránsito de caudales en los tramos pertinentes de los ríos y quebradas cercanos a las posibles bocatomas para el suministro de riego, y de otras corrientes en las cuales se hayan identificado requerimientos de protección contra inundaciones. Lo anterior, con el objeto de establecer las características de los diques y obras de control requeridas, y para el prediseño de obras de captación, bocatomas y demás obras complementarias requeridas.

- Calidad de agua de fuentes superficiales y subterráneas

Los índices fundamentales son la conductividad eléctrica, la relación de adsorción del sodio y el carbonato de

sodio residual. Se utilizarán las normas del U. S. Salinity Laboratory sobre clasificación de la calidad de aguas para riego, las cuales se presentan a continuación. Se efectuarán análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, y sus resultados se consultarán con las normas sobre calidad de agua para uso agropecuario contenidas en el Decreto 1594 de 1984.

Los estudios hidrológicos deben incluir:

- Usos del agua y usuarios (aguas arriba y aguas abajo).
- Fuentes de contaminación hídrica aguas arriba y en el proyecto.
- Áreas susceptibles a inundaciones o déficit de aguas.
- Levantamientos de campo, aforos líquidos y sólidos.

5.1.11. Sedimentología

Se recopilará y evaluará la información sedimentológica disponible en el Ideam y otras entidades sobre las fuentes de agua consideradas para el proyecto, con el propósito de analizar el comportamiento sedimentológico de las obras de captación y los costos de mantenimiento del proyecto, así como de estimar el embalse muerto y la vida útil de los embalses, en caso de que se prevean para el proyecto.

En las secciones de las corrientes de agua aledañas a los sitios donde se ubicarían bocatomas, se realizarán aforos sólidos para analizar el régimen de las concentraciones o cargas de sedimentos en suspensión y la granulometría de las mismas, para el prediseño de las obras de captación y de los sedimentadores. En los casos en que se requiera una evaluación de los volúmenes y características de los arrastres de fondo, esta se basará en los análisis de la granulometría de las muestras de los materiales del lecho y en la aplicación de la ecuación de transporte que más se adapte al caso específico, complementada con el empleo del modelo hidrológico e hidráulico del tramo bajo estudio.

Cuando se trate de embalses, se deberán efectuar análisis y estimativos confiables del arrastre de sedimentos, de su origen y de las fuentes de producción de los mismos en la cuenca, y una evaluación de la carga de sólidos, mediante un programa de aforos. Deberá evaluarse su incidencia en la disposición de las obras, la dinámica de acumulación más probable y el efecto de su colmatación en la vida útil del embalse. También deberán llevarse a cabo los estudios y análisis detallados de estabilidad de laderas y la evaluación de los posibles problemas debidos a la construcción del proyecto. Se requiere incluir en el estudio la evaluación y proyección de las tasas de erosión y sedimentación en la cuenca aportante al proyecto, la afectación social o económica y las medidas de mitigación.

Los cambios en el régimen fluvial y los efectos de agradación y degradación del cauce inducidos por las obras deberán ser objeto de estudios de hidráulica fluvial; como resultado de lo anterior, se definirán las soluciones y el tipo de obras que sea necesario adoptar para el control, tanto de la producción como del transporte de sedimentos en la cuenca y en el área del proyecto, todo lo cual deberá ser compatible con la operación y mantenimiento de las obras.

Con estas bases se evaluarán las posibles incidencias de los sedimentos en la definición de las alternativas que contemplen la utilización de embalses de regulación, así como sus implicaciones en el dimensionamiento de las obras correspondientes.

Se deberá complementar el estudio con la identificación de las zonas de mayor aporte de sedimentos y de programas de recuperación de la cuenca, enfocados al control en el aporte de sedimentos.

5.1.12. Freatimetría

Se recopilará, analizará y evaluará la información freaticométrica que se encuentre disponible. Se efectuará un inventario de aljibes y pozos existentes en la zona, a fin de examinar las profundidades de los niveles freáticos y analizar el comportamiento general de las aguas subterráneas bajo las condiciones de riego que se propongan. Se evaluará la calidad de las aguas freáticas.

Se identificarán zonas en las que se registren niveles freáticos altos o en las que puedan presentarse ascensos inconvenientes de dichos niveles a causa del riego y donde, por lo tanto, es necesario contemplar sistemas de drenaje subsuperficial.

Para el análisis de la freaticimetría de la zona se utilizará la información que se haya obtenido de los apiques y sondeos efectuados durante el estudio agrológico.

En caso de que no exista una red freaticométrica y si se llegare a justificar, se diseñará y construirá una de acuerdo con las condiciones de la zona y siguiendo la normatividad existente para tal fin, o de lo contrario se complementará la información existente sobre la variación de los niveles freáticos, tanto en el tiempo como en el espacio, con el fin de determinar las necesidades de drenaje y manejo de estos niveles.

5.1.13. Suministro de agua

Con base en el estudio hidrológico, la disponibilidad de agua, la clasificación de suelos para uso agrícola y las necesidades para consumo humano, se adelantará el análisis de alternativas de suministro, desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental, con el fin



de precisar los recursos hídricos disponibles en la zona y determinar la forma de satisfacer las demandas de agua para riego. Es necesario evaluar el estado actual de los sistemas de aprovechamiento existentes y revisar los demás usos de agua sobre las fuentes escogidas.

Se iniciará preferencialmente con el aprovechamiento de fuentes superficiales sin regulación, y, si fuera insuficiente, se ampliará para considerar, en su orden, embalses de almacenamiento y trasvases y, en última instancia, acuíferos subterráneos.

Para esta evaluación se deberán tener en cuenta otros proyectos a corto y mediano plazo que consideren el aprovechamiento hídrico de estas fuentes, ya sea para acueducto, irrigación, generación eléctrica u otros usos.

Se presentará un informe técnico donde estén contenidos los análisis técnicos, económicos y ambientales de cada una de las alternativas de suministro estudiadas, y se indicará claramente la alternativa finalmente seleccionada.

5.1.14. Cuencas hidrográficas

Esta actividad se adelantará únicamente para proyectos de mediana y gran escala, con el alcance descrito a continuación:

Se deberá efectuar una fotointerpretación general sobre el estado de conservación de las cuencas (el área conformada por las fuentes que tienen influencia en el proyecto), y verificar la información con reconocimientos de campo. Se delimitarán zonas de influencia humana y tipos de bosque.

Con base en la información anterior, se preparará la cartografía correspondiente sobre las bases disponibles a escala 1:25.000.

Se efectuará un diagnóstico general sobre el estado de la cuenca, describiendo su cobertura vegetal, explotaciones agrícolas, pecuarias y bosques, identificando problemas críticos y áreas de impacto ecológico (deforestación, erosión). Se hará un reconocimiento de problemas de manejo de las cuencas que tengan relación directa con el proyecto, ya sea por corresponder a fuentes de suministro de agua para el mismo o por ser cuencas aferentes que producen inundaciones o aportan sedimentos al área, y los programas que se adelantan o se deben adelantar para su ordenación, recuperación y conservación.

Se analizarán los aspectos institucionales sobre la competencia y responsabilidad de organismos locales, regionales y nacionales en cuanto al ordenamiento y manejo de las cuencas bajo consideración, y se esbozarán los lineamientos generales de las acciones de apoyo a programas vigentes y de los complementarios que se requieran para lograr la

recuperación, manejo adecuado y conservación de las cuencas. Podrán incluir aspectos tales como el control de la erosión, la conservación de suelos, corrección de torrentes, el reordenamiento del uso del suelo, los procesos de regeneración natural, la reforestación con especies naturales o comerciales, el control y vigilancia de los recursos naturales, la explotación de canteras y otras explotaciones mineras, eliminación o control de contaminación y otros aspectos correlativos.

5.1.15. Acuíferos subterráneos

Si la alternativa seleccionada para el suministro de agua incluye acuíferos subterráneos como fuente parcial o total de agua, se deberán continuar las investigaciones a partir de los resultados de los estudios en la subetapa de prefactibilidad.

Se delimitarán las áreas de potencial comprobado para profundizar en ellas los estudios hasta un nivel de detalle que permita pronósticos confiables sobre la factibilidad técnica y económica de la explotación de los acuíferos que aseguren los caudales requeridos para satisfacer las demandas previstas y sobre los costos de la dotación del agua, incluyendo inversiones, reposición de equipos, gastos por la operación y el mantenimiento de los mismos.

En las áreas seleccionadas se profundizarán los estudios geológicos y estratigráficos y se prepararán secciones geológicas. Se realizará un programa complementario de investigaciones geofísicas, que se correlacionará con los estudios geológicos, y un programa de perforación de pozos de investigación (o de prueba) definido con base en los resultados anteriores, que permitirá conocer con mayor nivel de certidumbre la localización, espesor y profundidad de los acuíferos considerados y los caudales aprovechables.

Para evaluar el rendimiento de un acuífero, se correlacionarán los perfiles de los pozos de investigación con mediciones geoeléctricas.

Se realizarán pruebas de bombeo en estos, a fin de definir el caudal específico, estimar las características de abatimiento y recuperación y determinar las posibles interferencias. Se efectuarán análisis de las pruebas de bombeo para establecer los coeficientes que caracterizan las propiedades hidrológicas de un acuífero, o sea, la transmisividad o capacidad conductiva y el volumen probable de almacenamiento.

Con los estimativos de estos coeficientes, se calculará el balance hídrico del acuífero y sus variaciones estacionales, analizando los componentes de reabastecimiento y de descarga.

Se definirá el potencial extractivo de cada acuífero, su caudal seguro o firme y el régimen propuesto de

explotación, incluyendo el programa de perforación de pozos. Se preparará un mapa a escala adecuada con rangos de caudales específicos, caudales promedio por pozo, profundidad recomendada de perforación y su localización y dimensiones.

Se realizarán aforos de las corrientes superficiales a la entrada y salida del área del acuífero, a fin de contribuir al establecimiento de la relación entre estas.

5.1.16. Estudios sociales y organizacionales

Para este estudio social, es importante tener la caracterización social, económica, cultural, política e institucional realizada en la subetapa de prefactibilidad: «Para su elaboración, se recurrirá al análisis cuantitativo y cualitativo de información proveniente de fuentes primarias, a través de la aplicación de métodos participativos o etnográficos acordes con las realidades sociales y culturales de las comunidades, al igual que de fuentes secundarias representadas en estudios regionales y locales, actualizados y vigentes» (2015b).

El estudio social lo constituyen las siguientes variables y conceptos, los cuales se deben presentar, describir y analizar en el área de influencia (es decir, del municipio) y el área del proyecto, para construir el diagnóstico social y el nivel de organización que permita conocer la población beneficiaria del proyecto en cuanto a sus necesidades, posibilidades y participación.

5.1.16.1. Demografía

Presentar históricamente el proceso de poblamiento, migración, las relaciones sociales y culturales (relaciones de producción, género, roles y estructura de la familia, entre otros).

Población total distribuida según las unidades territoriales que forman parte del área de influencia directa del proyecto.

Presentar la distribución de la población por rangos de edad y sexo, los niveles de escolaridad de la población económicamente activa, y hacer el correspondiente análisis sobre los efectos en el proyecto.

Caracterizar y analizar la población del área del proyecto en relación con su condición étnica, social y económica.

Presentar y analizar la información actualizada relativa a los índices de desarrollo humano y de necesidades básicas insatisfechas, densidad de la población, desempleo real local, valor anual del autoconsumo (humano, para alimentación animal y como semilla para la siguiente siembra), valor de los retiros básicos o canasta familiar en efectivo, venta de mano de obra familiar (trabajo asalariado), uso de mano

de obra familiar (no asalariada) en el desarrollo de las actividades productivas, valor del patrimonio familiar y valor anual de otros ingresos familiares.

Caracterizar la población beneficiaria del proyecto que está en condiciones de vulnerabilidad social.

Para el caso de las comunidades étnicas, se realiza una caracterización del sistema cultural y aplicación de la normatividad vigente para estos casos.

5.1.16.2. Servicios, transporte y vías en las unidades territoriales

Identificar y analizar la calidad, cobertura, funcionamiento e infraestructura de los servicios que permitan establecer un diagnóstico de la situación actual para identificar, presentar y analizar servicios a la vivienda con relación a los sistemas de alcantarillado, acueducto, energía, manejo de residuos, sistemas de comunicación o tecnologías de la información, entre otros.

Asimismo, identificar, presentar y analizar los servicios de salud, educación, los programas de vivienda, el estado de las mismas y la recreación.

Adicionalmente, identificar, presentar y analizar los diferentes medios del transporte y vías que pueden o no fortalecer el desarrollo del proyecto de adecuación de tierras.

5.1.16.3. Organización social

Realizar un análisis etnográfico: identificar la organización social de los beneficiarios y describir las relaciones y prácticas tradicionales para el caso de comunidades indígenas, raizales y negras, de acuerdo con la normatividad vigente para esta población.

Para otras comunidades distintas a las anteriores, identificar y describir las organizaciones sociales, productivas, espacios de participación y liderazgo que pueden influir en el desarrollo del proyecto de adecuación de tierras.

Identificar el rol y funciones de la mujer en la producción y en el núcleo o unidad familiar e influencia en la toma de decisiones en la comunidad. Caracterizar la familia en cuanto a su tipología y estructura.

5.1.16.4. Sistema político institucional

Identificar y analizar la relación de las instituciones públicas y privadas con el área del proyecto, vinculando programas y proyectos de las mismas para el desarrollo del proyecto de adecuación de tierras.

Identificar organizaciones comunitarias y actividades que realizan, espacios de participación y líderes que influyen en el desarrollo del proyecto.



5.1.16.5. Asentamientos arqueológicos

Con base en la información registrada en la prefectibilidad y en el caso de existir hallazgos arqueológicos, se debe comenzar a aplicar y cumplir los procedimientos y normatividad exigida para estos casos.

5.1.16.6. Ordenamiento social de la propiedad

«Proceso de planificación y gestión para ordenar la ocupación y uso de las tierras rurales y administrar las tierras de la nación, que promueve el acceso progresivo a la propiedad y a otras formas de tenencia, la distribución equitativa de la tierra, la seguridad jurídica de la tenencia de la tierra, la planificación, gestión y financiación del suelo rural, y un mercado de tierras transparente y monitoreado, en cumplimiento de la función social y ecológica de la propiedad, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población rural» (Resolución 128 de 2017).

Esta información es muy importante debido que sirve como insumo para las distintas disciplinas y áreas de estudio del proyecto de adecuación de tierras y legalización de las tierras, según los derechos de propiedad.

5.1.17. Potencial social y organizativo de los beneficiarios

Con base en el estudio social, se requiere presentar la situación actual de los beneficiarios del proyecto de adecuación de tierras, con el fin de establecer el potencial social y organizativo de los usuarios a través del análisis de los diferentes componentes:

- Identificar las condiciones económicas para determinar las principales fortalezas que les permitan a los beneficiarios del proyecto de ADT mejorar sus condiciones económicas, en relación con el origen de los ingresos, disponibilidad de mano de obra, rentabilidad de los cultivos e interés en el futuro de pagar el proyecto de adecuación de tierras.
- Identificar la situación técnica para realizar actividades que permitan a los usuarios aplicar nuevas tecnologías en la producción bajo riego.
- Identificar las posibilidades asociativas, participativas y organizativas para trabajar en forma comunitaria y responsable a partir de las fortalezas y debilidades de los beneficiarios del proyecto de adecuación de tierras.
- Identificar las condiciones administrativas a través de la forma como planifican, diversifican y elaboran presupuestos los beneficiarios del distrito.

5.1.18. Información catastral

Con base en las planchas, listados y fichas catastrales disponibles en las correspondientes

oficinas departamentales o municipales de catastro, en la restitución aerofotogramétrica en los proyectos de mediana y gran escala o los levantamientos topográficos en los proyectos de pequeña escala, se obtendrá o actualizará la información sobre tamaños, formas y linderos de las propiedades dentro del área del proyecto, la cual se trasladará a planos dibujados a la misma escala utilizada para realizar los prediseños.

Esta última información, en particular, servirá para que en las alternativas del plan de ingeniería que se propongan se facilite tanto la localización de los canales, ductos y estructuras, para evitar el fraccionamiento innecesario de predios, como la definición de las zonas de los mismos que deberán ser adquiridas para la construcción, operación y mantenimiento de las obras. Igualmente, es un insumo básico para los prediseños prediales y la lista general de usuarios.

Para los proyectos de mediana y gran escala, se adelantarán adicionalmente los siguientes trabajos:

Con base en los planos cartográficos, las fotografías y la información a nivel predial existente en las oficinas de catastro, el consultor deberá diligenciar una ficha técnica para cada uno de los predios, incluyendo los aspectos físicos, económicos y jurídicos.

Con base en la ficha técnica diligenciada en el punto anterior, en la cartografía predial y con soporte en las fotografías aéreas, se deberá realizar el reconocimiento y la identificación predial en el área de influencia del proyecto, actualizando, corrigiendo o complementando la información del catastro.

Cuando se presenten discrepancias entre la información cartográfica predial y lo observado en campo, se debe actualizar la citada cartografía, previa verificación de los linderos con los beneficiarios o poseedores y con base en la interpretación de los linderos contenidos en los títulos de adquisición. Esta actualización se realizará en los planos de la cartografía.

Se requiere obtener y precisar información catastral, notarial y de registro para cada uno de los predios dentro del área de influencia y complementar la información contenida en las fichas técnicas (adjuntar soporte documentado).

Se requiere elaborar un estudio de títulos para cada uno de los predios beneficiados con el proyecto, con el objeto de determinar su condición jurídica. En el caso de encontrar poseedores, el consultor deberá establecer, hasta donde le sea posible, si tal condición se ostenta sobre bienes baldíos o si corresponde a predios de particulares que hayan sido invadidos.

Se debe elaborar un mapa temático sobre los usos actuales del suelo en cada uno de los predios beneficiados.

Con base en los ítems contemplados en la ficha técnica, se deberá elaborar y entregar un mapa predial, en formato digital (DXF) con la siguiente información:

- La información de inventario predial, incluyendo la correspondiente del nombre del beneficiario, la cédula catastral, el área total y área que se beneficiará con el proyecto, y coordenadas, entre otros.
- El archivo digital de datos actualizados asociados a la información de cada predio se debe entregar en medio digital procesado en hoja de cálculo.
- Se deberán entregar los mapas catastrales sobre tenencia de la tierra, en original y dos copias.
- Se deberán clasificar todos y cada uno de los predios de acuerdo con la UAF del municipio, en pequeños, medianos y grandes beneficiarios, mostrando en un cuadro el número de predios, de cada grupo y el porcentaje del total de área.

5.1.19. Situación agropecuaria actual

Se adelantará el análisis de la situación y características de la producción agropecuaria en el área del proyecto, tanto en los grupos de productores, según el tamaño de sus predios, como del conjunto de los mismos.

Se profundizará el análisis de las actitudes de los beneficiarios de los predios por beneficiar hacia la explotación de los mismos y las restricciones de todo tipo, que existen para lograr un incremento en la producción, en la productividad y en los ingresos netos de productores, con el propósito de conocer la situación actual agropecuaria para que sirva de base para definir la condición sin proyecto, con el fin de contar con los antecedentes necesarios para el establecimiento del plan agropecuario.

La situación actual agrícola y pecuaria se refiere a las zonas que conforman el área de estudio (área por beneficiar); esta debe reflejar y cuantificar la realidad agropecuaria sin proyecto, por lo que no puede limitarse a presentar las cifras del último año o semestre calendario, sino que debe valorar lo que usualmente sucede y es representativo de la zona.

Lo anterior implica que las áreas, los usos, las prácticas culturales, los costos de producción, los rendimientos, los precios, etc., no pueden ser coyunturales, es decir, no pueden reflejar situaciones excepcionales que pueden darse por primera vez o pueden no repetirse, por lo que debe analizarse la gama de resultados que realmente muestren el comportamiento de la producción agropecuaria, sin la incidencia del proyecto de adecuación de tierras.



Foto: Archivo UPRA



Se analizarán los aspectos expuestos a continuación:

- Uso actual del suelo rural

Se deberá presentar, para los dos últimos semestres anteriores a la realización del estudio (último año agrícola), el detalle del área ocupada por las diferentes explotaciones agrícolas y pecuarias, por la infraestructura productiva, los bosques, las zonas de vivienda, las zonas recreacionales y deportivas, las áreas no productivas, etc.

A partir de la situación actual y las tendencias del desarrollo de la actividad agropecuaria en la zona de estudio, se debe identificar la situación sin proyecto, cubriendo los siguientes aspectos:

- Área anual sembrada (ocupada) y cosechada en las distintas actividades agropecuarias (cultivos y explotaciones pecuarias).
- Análisis del uso actual de la tierra y los sistemas y tecnologías aplicadas en la explotación agropecuaria, para identificar los problemas técnicos, económicos y sociales que afectan la producción y la productividad.
- Fechas de siembra y de cosecha de los cultivos, rotaciones.

- Características de los cultivos

- Descripción de cultivos (permanentes, semipermanentes, transitorios, semestrales, y pastos) predominantes en el área del proyecto (área por beneficiar) y en su zona de influencia, sistemas de producción, variedades y ciclos productivos.
- Patrones típicos tecnológicos y de costos, indicando mano de obra (asalariada y no asalariada), maquinaria (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), intereses, asistencia técnica, administración y otros, rendimientos (t/ha) y precios (\$/t), según calidades de los productos, a nivel de finca o del productor, e ingresos netos (\$/ha/cosecha o por ha/año).
- Volumen anual de la producción en toneladas por año por producto y valor anual de la producción, por producto y total para el proyecto.
- Volumen y valor anual de la producción para autoconsumo (humano, animal y para semilla).

- Características de la ganadería

- Pastos: tipos, características principales, sistema de pastoreo, control de malezas, manejo aplicado a forrajes. Superficie (ha) en pastos naturales, mejorados y de corte. Principales especies de gramíneas y leguminosas, porcentaje de la superficie total.
- Tipos de manejo de pastos, sistemas de pastoreo, periodos de descanso, periodos de recuperación (rotaciones), producción de forrajes (t/ha/año).

- Descripción de los tipos de explotación pecuaria: cría-levante, leche, doble propósito, ceba, combinaciones.
- Cuantificación de la población ganadera: definición del hato patrón, clasificación según categorías, capacidad de carga actual, en cabezas/ha o UGG/ha.
- Sistema de explotación pecuaria: tecnología aplicada en cuanto a manejo, alimentación, programas sanitarios, razas existentes y sus cruces, instalaciones, equipos y maquinaria. Patrones tecnológicos y de costos de producción por ha/año, indicando mano de obra (asalariada y no asalariada), maquinaria (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), intereses o costos del capital, valor de arriendo (\$/ha/cosecha) o por año asistencia técnica, administración y otros, rendimientos (t/ha/cosecha o t/ha/año) y precios (\$/t), según calidades de los productos, a nivel de finca o del productor, e ingresos (\$/ha/cosecha o \$/ha/año), según el tipo de explotación.
- Rendimientos (cuantificación de coeficientes técnicos): porcentaje de maternidad-mortalidad, periodo de lactancia en días, intervalo entre partos (días), periodo de ceba (días), periodo de levante (días), producción de leche en (l/ha/año), producción de carne (kg en pie/ha/año).
- Patrones de costos de instalación de pastos de corte y de praderas (\$/ha o \$/año). Patrones de mantenimiento de pastos de corte de praderas y de instalaciones ganaderas.
- Cuantificación del volumen y el valor de la producción pecuaria anual del área por beneficiar.
- Asistencia técnica y otros servicios de apoyo a la producción
 - Programas existentes de investigación, validación, transferencia de tecnología y asistencia técnica.
 - Costos de la asistencia técnica.
 - Crédito.
 - Programas de crédito, disponibilidad y costo.
 - Maquinaria agrícola con sus características, estado, descripción e inventario.
- Valoración y jerarquización de los limitantes a la producción

Crédito para inversión y para capital de trabajo, adecuación de tierras, inseguridad y orden público, capacidad financiera de los beneficiarios potenciales, capacidad empresarial, infraestructura vial (disponibilidad y estado de las vías), mercados, canales de comercialización, infraestructura para la comercialización, disponibilidad y costos del transporte.

5.1.20. Mercado

Se requiere ratificar que la producción agrícola o pecuaria propuesta será coherente con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo

vigentes, para lo cual se deberá hacer el análisis de la política agropecuaria actual, municipal, departamental, nacional e internacional, si es el caso.

Para los productos agropecuarios que se obtienen en la condición actual, en el área por regar, se detallarán los canales y circuitos de comercialización, los agentes principales para realizarla, los compradores, los precios y su estacionalidad (épocas de venta), la forma de pago, el uso y el destino final de la producción, los márgenes de comercialización en los diferentes eslabones de la cadena y su impacto en los mercados terminales. Este análisis se deberá concretar en un diagnóstico de la situación actual del mercado y la comercialización del área del proyecto, teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Oferta local de la producción, indicando las cantidades realmente ofrecidas, en los sitios donde también se vende la producción obtenida en el área por beneficiar.
- Demanda de la producción actual, indicando sus compradores, entre ellos los intermediarios, mayoristas, minoristas y consumidores.
- Canales de comercialización existentes para la obtención de los insumos y para la venta de la producción actual.
- Precios de los productos vendidos por los usuarios potenciales del proyecto, y su estacionalidad, indicando las épocas de mayores y menores precios, las épocas de cosecha de los productos obtenidos en el área por regar o beneficiar y las épocas de mayor y menor oferta y su incidencia en los precios.
- Características de las organizaciones, con presencia en la zona del proyecto, para la comercialización de la producción.
- Determinar y caracterizar la logística disponible a nivel local, para la comercialización (manejo de poscosecha y agroindustria), correspondiente a infraestructura, transporte y servicios de apoyo, indicando el estado en que se encuentra.
- Organizaciones para la comercialización de insumos y productos existentes y proyectados, y su nivel de desarrollo.
- Iniciar, desde esta subetapa, gestiones que conduzcan a suscribir acuerdos de comercialización.

Se requiere realizar un análisis de la competitividad de la proyección de la producción actual (esperada en la situación actual) frente a la importación de los mismos productos o de productos equivalentes, teniendo en cuenta la globalización de la economía y los mercados bilaterales y multilaterales, incluyendo la suscripción de tratados de libre comercio (TLC) con los Estados Unidos y otros países. Los estudios de mercadeo deberán analizar la oferta y las demandas locales, regional, nacional e internacional, según se requiera en cada

caso, y definir las posibilidades reales de vender la producción incremental potencial por obtener con el riego, a precios que sean atractivos para los productores y para los consumidores.

5.1.21. Situación actual de ingeniería

Se deberá hacer un inventario detallado de las obras existentes en la zona del proyecto, en especial las relacionadas con riego, drenaje, protección contra inundaciones, viales y de infraestructura agrícola y agropecuaria que pueda ser relacionada o incluida en el proyecto de adecuación de tierras y las obras identificadas como parte del proyecto y que sean prediseñadas en esta subetapa del proceso.

El inventario debe realizarse mediante la recopilación de información suministrada por los posibles beneficiarios del proyecto, las inspecciones de campo y la información obtenida de estudios existentes.

Para la conformación del inventario se debe recopilar información detallada de la localización, el tipo de obra, estado actual, las condiciones de funcionamiento, la capacidad de funcionamiento, los materiales y la posible utilización o no en el proyecto en desarrollo.

En caso de que algunas de las obras identificadas e inventariadas puedan ser integradas al plan de ingeniería del proyecto, estas deberán ser evaluadas en forma detallada, para lo cual se realizará una evaluación técnica hidráulica, estructural, geotécnica y de funcionalidad, verificando su funcionamiento dentro del plan de ingeniería y su vida útil en relación con el periodo de diseño de las obras del proyecto.

Adicionalmente, se debe realizar un análisis de la infraestructura vial y eléctrica de comunicaciones, servicios públicos, establecimientos de salud, educación y demás obras relacionadas con la infraestructura y adecuación de la zona de interés del proyecto, considerando aquellas que puedan ser de interés para labores adicionales, como almacenaje, ensilaje, administración, operación y mantenimiento.

El catastro de obras existentes debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Sistemas de riego
 - Caracterización de la fuente de agua (caudales, calidad del agua, estacionalidad).
 - Caracterización del sistema: caudales de funcionamiento del sistema, módulos de riego, eficiencias, cobertura, modo de operación desde la captación hasta la aplicación del riego a los cultivos.
 - Delimitación del área de riego: delimitación y localización del área de cobertura del servicio.



Foto: Archivo UPRA

- Caracterización de las obras: identificación de las obras existentes, dimensiones, características técnicas y evaluación del estado actual y de funcionamiento. Esta caracterización se debe realizar para cada uno de los sistemas que se encuentren, incluyendo riego, drenaje y protección contra inundaciones, con las características técnicas, eléctricas y mecánicas de los equipos pertenecientes al sistema.
- AOM existente: identificación de la organización y estructura de AOM que se tiene para el sistema, estructura tarifaria, tipo de operación, relación de la organización con las entidades del Estado y manejo de subsidios e incentivos, si es el caso.
- Infraestructura de vías y servicios del área del proyecto

Caracterización de las vías: se deberán identificar, localizar y caracterizar, de acuerdo con su jerarquía, la malla vial de la zona del proyecto, incluidas las vías de acceso a la malla vial nacional y las que sean necesarias para la conexión del proyecto con las principales y que se requieran para la entrada y salida de productos por comercializar como resultado del proyecto en estudio. Se deberá realizar un análisis de las condiciones de la vía, que incluya el análisis de sus características principales, su estado actual y de mantenimiento, tipo de acabado, estado de las obras de drenaje longitudinal y transversal, identificación de puntos críticos por estabilidad o deslizamientos, pérdida de calzada o problemas por reducción de calzada o defectos de diseño geométrico, como curvas pronunciadas o pendientes excesivas.

- Infraestructura de servicios públicos

Se deberá realizar una identificación y localización de las redes e instalaciones de servicios públicos; asimismo, se deberá delimitar la cobertura, calidad del servicio y su incidencia en el desarrollo de la zona del proyecto. En caso de requerirse la conexión de las obras del proyecto a las redes de servicios públicos, como por ejemplo las redes eléctricas, se deberán analizar las capacidades de estas redes y la disponibilidad de energía para los requerimientos del proyecto o sus necesidades de ampliación y complementación.

5.2. DIAGNÓSTICO

Un proyecto de adecuación de tierras no puede ser visualizado como una entidad que debe cumplir apenas con la viabilización de la producción agropecuaria intensiva en una determinada área, sino que debe ser entendido como un instrumento de política de desarrollo socioeconómico sostenible. Por esta razón, el diagnóstico no se debe conformar con describir la situación agropecuaria local actual y sugerir fórmulas para dinamizar la producción agropecuaria, sino que debe analizar y producir recomendaciones sobre todos los aspectos que caracterizan la situación social y económica local y de la región.

Así, se preparará el diagnóstico integral de la situación del proyecto, derivado de los resultados de los estudios básicos sobre las características físicas, climáticas, sociales y económicas más sobresalientes de la zona por beneficiar y de su área de influencia. Se identificarán las principales características, las actividades económicas y las restricciones sociales, económicas, de infraestructura (social y económica), ambientales, agroeconómicas, tecnológicas y de comercialización que resultan en la situación actual y que adicionalmente, limitan el buen desempeño de la producción agropecuaria.

Los aspectos más importantes por revisar serán los relacionados con el desarrollo humano local y regional que específicamente tengan efectos sobre la producción agropecuaria. Se analizará la situación actual del mercado y de la comercialización de la producción, las restricciones que encuentran los productores para modificar la explotación de sus predios, sus actitudes hacia la materialización del proyecto y la intensificación de las actividades agropecuarias con la utilización de las obras del distrito. Igualmente, se analizará la situación actual de los productores como futuros usuarios del riego y drenaje, caracterizando con detalle su potencialidad social y definiendo un claro perfil organizativo, con base en los elementos enunciados anteriormente, determinando las necesidades de capacitación y de servicios complementarios que requieren los usuarios.

Dos aspectos de suma importancia que deberán ser considerados en el momento de realizar la investigación de la muestra social son:

- Las aspiraciones de la población con relación al futuro y lo que para los entrevistados constituyen las principales deficiencias y causas de su situación socioeconómica actual.
- La disposición a pagar: los usuarios deberán reembolsar las inversiones realizadas, así como costear la AOM y la reposición de equipos. Se definirá y someterá a la aprobación de la interventoría una metodología para realizar este análisis. Es indispensable que los futuros usuarios tengan plena conciencia sobre las implicaciones de su adhesión al proyecto en términos económicos y financieros.

Con base en la información de los estudios básicos, se debe elaborar un diagnóstico de la situación ambiental del proyecto que incluya:

- La disponibilidad de agua de las fuentes seleccionadas, teniendo en cuenta el concepto emitido por la autoridad ambiental competente, en relación con el caudal ecológico, si así se requiere.
- Las causas de inundación y áreas inundables para diferentes tiempos de retorno (mapa).

- La localización del proyecto en el contexto ambiental regional. Para el efecto, se deberán representar los ecosistemas de importancia social y las áreas de manejo especial o protegidas y de reserva forestal.

En este sentido, se deben representar —si existen en el área de influencia del proyecto— las siguientes zonas:

- Áreas de manejo especial: proyectos de manejo integrado y áreas de recreación, cuencas hidrográficas en ordenación, proyectos de conservación de suelos y sistemas de parques nacionales.
- Áreas protegidas: territorios faunísticos, áreas protegidas por entidades territoriales, reservas de la sociedad civil, reservas forestales o cualquier otra clasificación existente para el área.

El diagnóstico integral servirá de base para determinar la condición sin proyecto que se utilizará en la evaluación, con el objeto de elaborar recomendaciones sobre las directrices y criterios de intervención para promover la producción agropecuaria intensiva, el desarrollo social y económico sostenible, así como la definición de las estrategias de participación, los servicios complementarios requeridos y la gestión para la articulación, que garantice un desarrollo social y empresarial que asegure la sostenibilidad del proyecto agrícola y pecuario.

El diagnóstico integral deberá listar y describir, junto con la situación social y económica actual, los factores que han conducido a la situación diagnosticada, así como aquellos positivos que pueden favorecer la dinamización de la economía local y regional. Deberá presentar recomendaciones de orden general que puedan dinamizar la economía local y regional y remover factores negativos. Igualmente, deberá enumerar las deficiencias y carencias de infraestructuras física y social que interfieran o puedan interferir con el desarrollo sostenible del proyecto y de la región.

5.3. PLANEACIÓN

Se requiere desarrollar los aspectos expuestos a continuación:

5.3.1. Estudio de mercado

El estudio de mercado para esta subetapa tendrá como objetivo establecer, para cada uno de los productos agrícolas y pecuarios factibles de ser generados con el proyecto, dadas las condiciones agroclimáticas en la zona del proyecto, las características de la oferta y de la demanda a nivel local, regional, nacional y aun internacional, si a ello hay lugar, así como los precios al productor y las condiciones de su comercialización.

En el análisis de oferta y demanda se deberán tener en cuenta las metas de producción y las proyecciones



Foto: Archivo UPRA

del mercado establecidas en los planes de desarrollo municipal, departamental y nacional, así como las desarrolladas por los gremios de la producción.

Se requiere definir los canales de comercialización de la producción propuesta, así como el canal más adecuado para la comercialización eficiente de la producción del distrito; además, formular una estrategia para la comercialización, indicando las entidades u organizaciones que proveerán la infraestructura y el transporte requeridos; realizar gestiones con comercializadores y compradores potenciales, para promover la firma de preacuerdos de comercialización, indicando como mínimo los volúmenes de producción requeridos, las características exigidas de los productos, el lugar de entrega de los productos, los precios de venta y las condiciones de logística de los productos.

Los resultados de los estudios de mercado y comercialización deberán orientar el plan agropecuario en la subetapa de factibilidad y ser un apoyo permanente en las decisiones de producción durante la operación del proyecto.

El estudio de mercado se debe realizar en dos fases, a saber:

- A partir del uso actual y potencial del suelo en el área del proyecto, es necesario actualizar el análisis y la identificación de los productos que realmente podrían tener mercado a precios que sean rentables para los productores y atractivos para los consumidores. Como resultado de esta fase, se debe tener una lista de productos, variedades, cantidades máximas para ofrecer, fechas para ofertar, precios de venta y forma de pago, con los cuales se elaborará el plan agropecuario.
- Con base en las áreas propuestas para sembrar con el distrito, según el plan agropecuario, se deberá demostrar que los volúmenes de producción esperados para las variedades propuestas tendrán una demanda efectiva.

Como resultado de esta fase, se deberán indicar los sitios y las épocas de venta, con sus respectivos volúmenes, variedades, calidades precios y forma de pago, forma de presentación, disponibilidad, costos de transporte, etc., que hagan rentable la producción para los beneficiarios del distrito.

Los estudios de mercado deberán incluir las actividades que se enumeran a continuación.

5.3.1.1. Recopilación de información

Mediante investigación bibliográfica y consultas a entidades, organizaciones, agremiaciones o personas representativas de los procesos de producción, comercialización y consumo de productos agropecuarios, incluyendo la agroindustria, se deberá establecer y catalogar información sobre los siguientes aspectos, entre otros:

- Desarrollo y evolución que han tenido los volúmenes de producción y el consumo de los bienes agropecuarios generados actualmente en el área por beneficiar y de los que posteriormente pueden producirse con el proyecto.
- Evolución histórica, variaciones estacionales y situación actual de los precios de los productos agropecuarios, en sus diferentes calidades y variedades, en los distintos mercados para estos productos, a nivel productor, intermediario veredal, centro de acopio, plazas y ferias, supermercados principales, agroindustria, exportadores, etc., para un periodo mínimo de 5 años.
- Características de los posibles mercados, minimizando el riesgo inherente a los precios de la producción agropecuaria.
- Sistemas de venta y pago de los productos y márgenes de comercialización en los principales canales y eslabones de las cadenas para su comercialización.
- Políticas sobre el desarrollo del sector agropecuario y posibilidades de importación y exportación de productos agropecuarios dentro del marco de mercados regionales, nacionales e internacionales; es importante contemplar la posibilidad de hacer un proceso de transformación y explorar las posibilidades de agroindustria.
- Políticas sobre el desarrollo del sector agropecuario y posibilidades de importación, producción y comercialización local, regional y nacional de insumos agropecuarios.
- Influencia y capacidad de negociación personal y de las asociaciones gremiales en los mercados.
- Servicios complementarios y formación en habilidades de negociación.

5.3.1.2. Análisis de la producción

Se deberán analizar, dentro de esta actividad, las características y el comportamiento de la oferta local, regional y nacional del tipo de productos agropecuarios actualmente generados en el área del proyecto (área por beneficiar), así como de los productos que potencialmente podrían obtenerse con la implementación del proyecto, para un periodo mínimo de cinco (5) años, dependiendo de la información disponible.

La información recopilada deberá ser analizada y procesada para determinar las magnitudes, las tendencias y las estacionalidades previsibles de los volúmenes de la oferta para cada una de las principales variedades y calidades de productos agropecuarios por obtener, la incidencia que pueda tener en la oferta futura local, regional o nacional y el volumen de producción esperado con el proyecto.

5.3.1.3. Análisis del consumo o de la demanda

Esta actividad tendrá como propósito establecer las características de la demanda para las diferentes



variedades y calidades específicas de los productos generados actualmente en la zona del proyecto, y de los que potencialmente pueden generarse en el distrito. Se deberán establecer las cantidades, variedades y calidades que para cada sitio o mercado específico (para cada comprador) se demandan actualmente y su proyección hacia el futuro, teniendo en cuenta las preferencias de los eventuales consumidores por variedades y calidades específicas de los productos, la sustitución de unos productos por otros, o la oportunidad o estacionalidad de su demanda, para un periodo mínimo de cinco (5) años, dependiendo de la información disponible.

En cuanto a este ítem, deberán estudiarse en detalle otros aspectos que puedan incidir en el incremento o la disminución del consumo de los productos, tales como la sustitución de importaciones o las perspectivas de exportación.

5.3.1.4. Análisis de los precios

Se deberá realizar un estudio de la evolución histórica de los precios de los productos agropecuarios actuales y potenciales, identificando y analizando los posibles ciclos y estacionalidades de los precios en valores corrientes y reales, según variedades y calidades, tanto al productor como a otros integrantes de la cadena de comercialización (mayoristas, intermediarios, agroindustria, exportadores). Lo anterior se lleva a cabo considerando los precios internacionales, si estos últimos tienen lugar, por considerarse que el producto puede contar con un mercado externo para un periodo mínimo de cinco (5) años, dependiendo de la información disponible. Se deberá identificar el comportamiento de las variables que intervienen en el precio y rigen el mercado, así como la influencia que las políticas gubernamentales puedan tener sobre la importación de productos similares o sustitutos.

Los precios agropecuarios deben estar valorados para situaciones normales de la economía, evitando situaciones de inflexión de los ciclos económicos. Los precios asignados a cada producto se establecerán en una fecha común acordada de tal manera que los resultados de los análisis sean comparables.

5.3.1.5. Análisis de la comercialización

Se requiere identificar la región dentro de la cual se adelanta actualmente la comercialización de la producción de los insumos agropecuarios y los mercados que se atenderán con la producción del distrito, según los productos potencialmente generados por el proyecto. Dentro de estas zonas, se deberá investigar sobre los canales de comercialización, los intermediarios, los márgenes de comercialización, la localización y capacidad de los centros de acopio y distribución de los productos, las agroindustrias y la infraestructura de transporte de carga

general y especializada; además, se requiere identificar las limitaciones actuales en la comercialización de productos e insumos agropecuarios y proponer soluciones a estas limitaciones para lograr la comercialización de la producción esperada con el proyecto.

Entre otras, se requiere identificar y proponer soluciones específicas a las limitantes de capacidad de almacenamiento, secado, refrigeración, procesamiento, clasificación y empaque (centrales de beneficio), agroindustria y transporte. El consultor deberá analizar, sustentar y proponer actividades de selección, clasificación y empaque de los productos del proyecto y los requerimientos de inversión para apoyo a la comercialización y a la agroindustria.

5.3.1.6. Recomendaciones sobre el mercadeo

Con base en el resultado de los análisis anteriormente descritos, se deberán recomendar las cantidades, variedades, características de los productos, su presentación (calidad, precios, empaque, selección y clasificación, etc.), los compradores y su ubicación y la frecuencia de compra (épocas o periodicidad).

Como resultado de esta actividad, se deberá presentar un informe sobre los estudios realizados que incluyan la información considerada, los análisis efectuados, su sustento, los resultados obtenidos y las recomendaciones pertinentes.

Para los proyectos de pequeña escala, además de lo correspondiente a la producción que se destinará al mercado, se debe establecer también si la producción estará orientada a contribuir con la seguridad alimentaria.

5.3.2. Plan agropecuario

Con base en la evaluación de los recursos físicos y humanos tales como clima, suelos, adaptabilidad de los cultivos, variedades, experiencia de los agricultores, servicios de apoyo a la producción, rotaciones, rendimientos, créditos, insumos, recomendaciones del estudio mercadeo y comercialización, mano de obra disponible, agroindustria, maquinaria, rentabilidad y beneficios para los agricultores, entre otros aspectos, se estudiarán las alternativas de desarrollo agrícola y pecuario de cuya evaluación se obtendrá un plan de explotación tecnificada, con una realización factible a mediano plazo y que modifique los factores que están limitando el desarrollo agropecuario actual de la zona.

El plan deberá buscar el incremento de la producción, la productividad y la eficiente utilización de la tierra y el agua para riego, contemplando la posible diversificación de cultivos y deberá estar respaldado por componentes de apoyo que aseguren su viabilidad, sostenibilidad y aplicación. Por lo tanto, el plan deberá estar sustentado

en los resultados y recomendaciones de estudios sobre mercadeo, comercialización y ambientales, y previendo el establecimiento de servicios de apoyo a la producción agropecuaria, tales como acceso a crédito adecuado y oportuno, maquinaria agrícola, provisión de semillas e insumos, acompañamiento integral, procesos de capacitación en organización e innovación tecnológica.

Antes de adoptar un plan agropecuario para el distrito, este será consultado con los representantes de los productores, a fin de asegurar que dicho plan refleje la voluntad agregada de los beneficiarios de las tierras que se beneficiarán y los aportes técnicos del especialista que formula dicho plan, tomando en cuenta las restricciones a la producción y a la comercialización (que no serán directamente resueltas por el distrito), el perfil empresarial de los beneficiarios (su actitud hacia el cambio), el riesgo y el potencial de mejoramiento en la explotación de la tierra, resultante de las obras de adecuación y sus componentes de apoyo a la producción.

El plan agropecuario básico, al que se refieren los párrafos anteriores, será el empleado en la evaluación económica y financiera del proyecto, la cual define la viabilidad del proyecto y por tanto la recomendación o no de pasar a la siguiente subetapa de diseños detallados.

Por lo anterior, si se considera pertinente, debido a las características del proyecto, podrá prepararse un plan agropecuario alterno u optimista, que, sin dejar de ser realista, tenga menos probabilidades de cumplirse en la práctica, por requerir condiciones favorables en algunos aspectos críticos (mercados, precios, procesamiento agroindustrial, crédito, reducción de la inseguridad, actitud empresarial de los productores y otros semejantes). Este plan agropecuario alterno podrá utilizarse para ilustrar el potencial del proyecto bajo otro escenario más exigente y para destacar ventajas estratégicas y comparativas, si las hay, en cuanto a localización para exportación o con respecto a mercados internos, agroindustrias y otros aspectos relevantes.

El plan agropecuario debe considerar los aspectos expuestos a continuación.

5.3.2.1. Componentes de apoyo

Tomando en cuenta las actitudes y preferencias de los beneficiarios de los predios y los aportes del especialista que lo formula, el plan agropecuario deberá buscar el incremento de la producción y la productividad, la sostenibilidad económica y ambiental de las explotaciones, el mejoramiento de los ingresos de los productores y de la utilización de la tierra y la optimización del uso del agua para riego, contemplando la posible diversificación de cultivos, que refleje un aprovechamiento de la tierra con actividades agropecuarias practicadas en el área del proyecto o en su zona de influencia.



Foto: Archivo UPRA



El plan deberá estar respaldado por componentes de apoyo que aseguren su viabilidad y aplicación; por lo tanto, se debe sustentar en estudios sobre mercadeo y comercialización, previéndose el establecimiento de servicios para la producción agropecuaria, tales como crédito adecuado y oportuno, maquinaria agrícola, provisión de semillas e insumos, asistencia técnica, acompañamiento, programas de capacitación, investigación, validación y transferencia de tecnología.

5.3.2.2. Componentes del plan

El plan agropecuario debe analizar y definir los siguientes componentes:

- Selección de cultivos

Se requiere un enfoque realista, que haga énfasis en productos tradicionales en la zona de influencia del proyecto y reconozca las dificultades en la implantación de nuevos productos, así como la necesidad de que los productores mejoren su nivel de ingresos y sus condiciones de vida mediante el desarrollo de explotaciones rentables, económicas y ambientalmente sostenibles, recomendadas por el especialista que formula el plan.

Para cada producto (cultivo o explotación pecuaria), de manera individual, se deberá determinar el VPN del beneficio neto esperado, para el periodo de vida útil del distrito. Para efectos de este cálculo, se requiere estimar e incluir los costos de los programas requeridos, de asistencia técnica, de acompañamiento e investigación y de transferencia de tecnología, entre otros, después de consultar el concepto de los productores. Cada producto seleccionado deberá ser representativo de un conjunto de variedades semejantes, hasta donde sea posible, para no hacer depender los resultados del proyecto de algunos productos específicos y tomar en cuenta la variabilidad de la situación del sector agropecuario. En el caso de cultivos semipermanentes y permanentes, los análisis del mercado deberán ser detallados, ya que no será posible modificar el uso del suelo a mediano plazo.

Los costos de asistencia técnica, de transferencia de tecnología y, en general, los de los servicios de apoyo a la producción deben expresarse en pesos corrientes de mercado, para la fecha común de análisis, para que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente. Además se deben indicar los requerimientos de inversión para apoyo al desarrollo de las explotaciones agropecuarias propuestas.

- Fincas tipo

Con base en las características agrológicas, climáticas, los aspectos de producción, rentabilidad de los

cultivos y explotaciones pecuarias, los resultados y las recomendaciones del estudio de mercadeo y comercialización, la distribución predial según tamaño y el uso actual del suelo, el consultor deberá plantear los modelos de fincas representativos, con el fin de determinar posteriormente por agrupación el plan de desarrollo agropecuario propuesto para el distrito y la zonificación por cultivos y ganadería, para las diferentes alternativas o etapas propuestas.

Se requiere presentar, a nivel de cada finca tipo, la utilización del área por semestre y por año.

Las fincas tipo servirán de base para el análisis financiero, que definirá la rentabilidad del proyecto a nivel de productor y su capacidad de pago o capacidad financiera. Por lo tanto, en la selección de las fincas tipo se requiere tener en cuenta, como principales factores, el tamaño total del predio (ha), sus características topográficas y agrológicas, el tipo de adecuación predial previsto incluyendo la forma de aplicación del riego (en proyectos de riego), los usos del suelo proyectados y su programa de desarrollo, la utilización de áreas por semestre y las características socioeconómicas por beneficiario, particularmente en relación con su actitud hacia el proyecto, el uso de recursos propios y su capacidad financiera y empresarial. El número de fincas tipo depende por entero de la complejidad del proyecto, ya que el objetivo es tener una indicación del efecto del proyecto sobre las fincas, o alguna clase de muestra aleatoria rigurosamente formulada. Para esta actividad se requiere un buen conocimiento de la situación agropecuaria actual y una caracterización detallada de los diferentes tipos de productores.

- Patrones de cultivo

Se detallarán los patrones de los cultivos seleccionados para el plan agropecuario, incluyendo pastos para ganadería, si es el caso, y los patrones de los tipos de explotaciones pecuarias en la situación actual y con el distrito.

Los patrones tecnológicos y de costos de producción deben incluir costos desagregados de mano de obra calificada y no calificada (familiar y asalariada), maquinaria agrícola (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), transporte (propio y alquilado), asistencia técnica, intereses, parafiscales, cuotas de fomento, administración (propia y pagada), imprevistos, cuotas de reposición de inversiones y de reemplazo de equipos, cuotas del distrito de adecuación de tierras. Se requiere establecer los costos de producción por ha/año, indicando, igualmente, los insumos (propios y comprados), intereses o costos del capital, valor de arriendo (\$/ha/cosecha) y otros rendimientos (t/ha/cosecha o t/ha/año) y precios (\$/t), según las calidades

de los productos, a nivel de finca o del productor, e ingresos (\$/ha/cosecha o \$/ha/año), según el tipo de explotación.

Los patrones de cultivos y de ganadería se deberán basar en información de campo específica, para el área de estudio obtenida de fuentes primarias; el nivel de imprevistos de dichos patrones no podrá exceder un 15 %. Los costos incluidos en los patrones deben corresponder a la fecha común de análisis para que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente. Los precios agropecuarios deben estar valorados para situaciones normales de la economía y evitar situaciones de inflexión de los ciclos económicos, en valores corrientes a precios de mercado a nivel de finca o del productor.

- Rendimientos

Para cada cultivo y tipo de explotación pecuaria seleccionados, se realizarán estimaciones de los rendimientos esperados, según calidades, por ha/cosecha o por ha/año, y de su evolución en el tiempo, hasta llegar a la plena producción.

Las estimaciones de los rendimientos esperados y de su evolución en el tiempo estarán acordes con las calidades de los productos y deben estar plenamente soportadas y justificadas con datos de rendimientos reales en explotaciones comerciales, preferiblemente en la zona de influencia del proyecto. Si el plan agropecuario incluye productos que no son tradicionales en dicha zona, los rendimientos se estimarán con información de otras zonas semejantes con los ajustes que sean del caso, según criterio del especialista.

La evolución en el tiempo de los rendimientos esperados deberá tomar en cuenta las dificultades de los agricultores en la asimilación y aplicación de nuevas tecnologías y los requerimientos de asistencia técnica. Los rendimientos de los cultivos y de las explotaciones pecuarias y su evolución en el tiempo tienen relación directa con los ingresos de la finca, por lo que una sobrevaloración o subvaloración de estos parámetros distorsiona la evaluación económica y financiera del proyecto en forma global y a nivel de finca.

- Áreas por cultivo

Con base en los análisis de las fincas tipo se hará la determinación de la superficie y zonificación del área por regar por cultivos y los esquemas de cultivos a nivel de proyecto para la alternativa seleccionada. Se estimará la utilización del área por cultivo y pastos en cada semestre del año que sea técnica y económicamente sostenible. De acuerdo con la metodología descrita, las áreas por cultivo y pastos para cada semestre a nivel de proyecto se derivan de las proyecciones respectivas en cada una de las fincas tipo.



Foto: Archivo UPRA



- Entrada de áreas

Para la alternativa seleccionada, y en coordinación con el plan de ingeniería, se estimarán las áreas adecuadas que ingresarán anualmente a la producción bajo la condición con proyecto, estimando para cada año los rendimientos incrementales esperados y los costos requeridos hasta alcanzar el pleno desarrollo o plena producción.

El análisis estará basado en las fincas tipo y en una consulta detallada con los productores. Dicha consulta deberá programarse, a fin de que los resultados sean confiables, con variaciones que no excedan el 15 %. Se deberán examinar y tener en cuenta los resultados de los análisis financieros de las fincas tipo, las disponibilidades y posibilidades reales de acceso al crédito y a la maquinaria de la región y todos los aspectos restantes, que tengan incidencia en las decisiones de los productores al respecto.

- Desarrollo del hato: patrones pecuarios

En las explotaciones propuestas para ganadería en la alternativa seleccionada del plan agropecuario se indicarán tanto los rendimientos esperados en el tiempo (rendimientos incrementales) como los costos requeridos para llegar a la etapa de pleno desarrollo. Se proyectará cada uno de los coeficientes técnicos ganaderos de acuerdo con las metas del plan.

Se analizarán los siguientes aspectos:

- Coeficientes zootécnicos y composición del hato patrón.
- Capacidad de carga de los pastos en UGG/ha y población ganadera.
- Áreas, clases de pastos y forrajes, y rotaciones.
- Tipos de ganado, razas y cruces.
- Producción de leche y carne.
- Inversión ganadera en instalaciones, maquinaria, equipos, praderas y forrajes, silos, animales, cercas y otros.

Para obtener los patrones de ingresos y egresos por hectárea ganadera, se utilizarán uno o varios hatos patrón que sinteticen los diversos tipos de explotaciones ganaderas representativas y presentes en el área, y su evolución para alcanzar las metas del plan.

Con base en la composición de estos hatos patrón, en la capacidad de carga de los pastos correspondiente, en la evolución de los índices zootécnicos y de los niveles de producción, la utilización de insumos, la mano de obra y las prácticas ganaderas, se determinará el valor de la producción y sus costos para el hato patrón y, a través de este, sus valores por hectárea.

- Volúmenes y valor de la producción agropecuaria

Con base en las actividades anteriores, se calcularán los volúmenes y el valor de producción anual para la fase de pleno desarrollo del proyecto y para las fases intermedias, según los rendimientos proyectados y el tipo de explotación e intensidad de uso de la tierra acorde con la programación semestral. En las áreas de suelos con limitaciones, se adelantará un análisis especial para determinar la conveniencia económica de su recuperación.

- Demanda de mano de obra

Para la alternativa seleccionada del plan agropecuario, se determinarán los requerimientos de la mano de obra mensual y anual, clasificándola de acuerdo con su nivel de capacitación (calificada y no calificada, familiar y asalariada). Los requerimientos de mano de obra se compararán con la oferta de mano de obra en la zona de influencia del proyecto y se derivarán conclusiones al respecto, particularmente en cuanto a acciones que se deban tomar para garantizar la disponibilidad de mano de obra para el proyecto en sus diversas etapas de desarrollo y para estructurar los programas de capacitación requeridos, si es el caso.

- Demanda de maquinaria agrícola

Para la alternativa seleccionada del plan agropecuario, se determinarán los requerimientos según tipo de maquinaria y fase de desarrollo de los cultivos, de la maquinaria agrícola requerida a nivel mensual y anual.

Los requerimientos de maquinaria agrícola se compararán con la oferta de maquinaria agrícola en la zona de influencia del proyecto y se derivarán conclusiones al respecto, en cuanto a la dotación de maquinaria agrícola para las fincas o en mecanismos para lograr el mismo propósito.

- Requerimientos de agua para riego

Para cada cultivo y pasto propuesto, se deberá calcular, con base en los periodos de siembra, ciclo vegetativo, condiciones agrológicas y agroclimáticas, entre otras, el uso consuntivo y el balance hídrico que permita determinar las demandas decadales y totales de agua para riego de todo el proyecto, teniendo en cuenta las eficiencias de aplicación y conducción del agua.

- Análisis y selección de alternativas del plan agropecuario

Las alternativas se plantearán con base en los resultados y recomendaciones del estudio de mercadeo y comercialización, la definición y valoración de los recursos bióticos afectados (tanto en la zona del

proyecto como en el área de influencia del mismo), la evaluación de los recursos físicos y humanos (tales como clima, suelos, disponibilidad de agua, adaptabilidad de los cultivos, variedades, experiencia de los agricultores y su actitud hacia el cambio), servicios de apoyo a la producción, rotaciones, rendimientos, créditos, consumo, mercados, mano de obra, necesidad y disponibilidad de maquinaria, rentabilidad, beneficios e ingresos para los agricultores, VPN del beneficio neto de cada cultivo o explotación pecuaria proyectado al periodo de evaluación (30 años), el tamaño de los predios, las áreas por regar y otros aspectos pertinentes.

Se debe considerar la necesidad de seleccionar alternativas del plan agropecuario diferentes, según el tamaño de los predios (pequeños, medianos y grandes) a regar, el criterio del especialista que lo formula y el VPN del beneficio neto esperado.

5.3.3. Demandas de agua para riego y requerimientos de drenaje

Se deberán calcular los requerimientos de suministro de agua para cada cultivo propuesto.

Con base en los periodos de siembra, ciclo vegetativo, condiciones agrológicas y climáticas y otros factores pertinentes, se calcularán el uso consuntivo y el balance hídrico que permitirán determinar las demandas decadales, mensuales y anuales de riego para todo el distrito, teniendo en cuenta las eficiencias de aplicación, conducción y distribución de agua.

Con base en la evapotranspiración potencial mensual, se debe calcular la decadal. A partir de la serie de precipitación decadal, se debe calcular el valor de la precipitación con probabilidad de excedencia (50 % o 75 %), y, con este valor, a su vez, calcular la precipitación efectiva con la metodología que se considere.

A partir de la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva, se debe calcular el balance hídrico para determinar la demanda del cultivo, el cual debe ser diligenciado para cada uno de los cultivos propuestos en el proyecto.

En lo que respecta a la evacuación oportuna de los excedentes de agua en los terrenos, con base en el análisis de lluvias máximas y de acuerdo con las condiciones permisibles de tiempos de inundación para los diferentes cultivos programados, la posición de estratos impermeables, la conductividad hidráulica y las variaciones de los niveles freáticos, se determinarán los respectivos módulos de drenaje de escorrentía de áreas superficiales en diferentes sectores del proyecto, los cuales servirán de base para calcular la capacidad del sistema de drenaje.



Foto: Erika Lothes Bernal

5.3.4. Plan de ingeniería

De acuerdo con los resultados de los estudios básicos, el diagnóstico, la infraestructura existente, drenaje y vías, coordinadamente con el plan agropecuario que se proponga, se debe formular el plan de ingeniería correspondiente, para lo cual se plantearán, analizarán y evaluarán las diferentes alternativas para cada uno de los elementos del plan, a saber: sistema de suministro de agua donde se deberá tener en cuenta el sistema óptimo, sistemas de conducción, distribución y aplicación de riego, sistema de drenaje, protección contra inundaciones, protección de márgenes y vías entre otros, seleccionando la mejor alternativa técnica que sea económicamente factible.

Para las obras principales propuestas se deben realizar los levantamientos topográficos y estudios especiales de hidrología, sedimentología, freaticimetría, geología, geomorfología y geotecnia (mecánica de suelos y fuentes de materiales), indicando la ubicación de las mismas y posibles condiciones especiales que se presenten, así como efectuar los prediseños, estimativos de cantidades de obras, costos unitarios y costos totales de obra, incluyendo costo de diseños, interventoría, construcción, suministro e instalación de equipo y cronograma de ejecución.

Para las obras de adecuación a nivel predial se contará con diseños detallados en una muestra del 5 % del área total por adecuar o para el 5 % del número de predios, la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico, lo cual permitirá extrapolar los costos por unidad de área a la totalidad del área de estudio.

En la concepción del plan de ingeniería se deberá prestar especial atención a la sectorización del área de estudio en unidades de riego o de drenaje y protección contra inundaciones, para permitir la ejecución de análisis de rentabilidad incremental en cada sector, a fin de evitar la inclusión en el proyecto de unidades no rentables y facilitar el análisis del tamaño del mismo. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el suministro de agua para consumo humano en el dimensionamiento de las obras.

Los prediseños de las obras deberán presentarse en planos a escalas adecuadas, que incluyan una planta general dibujada sobre la topografía, plantas, vistas y cortes principales que permitan definir en forma clara las características principales de cada estructura principal o de estructuras típicas. En este último caso se presentará un cuadro resumen con la ubicación y los atributos de cada estructura.

Se definirán los límites del proyecto de acuerdo con los siguientes criterios:

- Excluir las áreas o sectores en donde los costos de adecuación sean excesivos o los beneficios potenciales están restringidos por limitaciones locales, o sea, áreas cuya inclusión en el proyecto tenga una rentabilidad marginal negativa.
- Incluir las áreas adicionales con costos de adecuación marginales, o sea, áreas cuya inclusión en el proyecto mejore su rentabilidad global debido a economías de escala o a otros factores.
- Ajustar el tamaño del proyecto tomando en cuenta la disponibilidad de agua (en proyectos de riego) para lograr una confiabilidad adecuada del suministro, en términos de la probabilidad de una falla del mismo.
- Excluir las zonas identificadas como de exclusión y protección ambiental en los POT municipales y áreas urbanas e institucionales.

Se deberá revisar y optimizar el programa de desarrollo por etapas del proyecto, para reducir al mínimo posible el lucro cesante de obras de infraestructura construidas, pero no plenamente aprovechadas para el desarrollo agrícola. Es importante contar con la flexibilidad suficiente para acoplar el desarrollo de obras de infraestructura con el ritmo de desarrollo agrícola, y permitir un desarrollo gradual del proyecto dando prioridad a las etapas más sencillas y acometiendo las más complejas, cuando el desarrollo agrícola así lo demande. La sectorización del proyecto contribuye también a la organización para la operación y conservación del sistema.

El periodo de retorno para el cual se deberán prediseñar las obras de suministro de agua para riego, drenaje y protección contra inundaciones se establecerá en cada caso mediante un análisis técnico-económico que valore los costos que implicaría una falla del sistema en comparación con las inversiones incrementales requeridas para evitarla. Se recomienda la técnica de simulación para estimar las probabilidades de los eventos hidrológicos.

Dependiendo de la magnitud y tipo de proyecto, el plan propuesto debe contemplar, cuando apliquen, los siguientes aspectos:

- Suministro de agua

Estas obras pueden incluir embalses de regulación, bocatomas, estaciones de bombeo, aprovechamiento de acuíferos subterráneos, desarenadores, túneles y otras estructuras complementarias.

Para el prediseño de todas estas obras, se requerirán levantamientos topográficos detallados, levantamientos geológicos detallados o semidetallados, localización de las obras en el terreno, estudios geotécnicos, que incluyen perforaciones para las obras de importancia,

estudios de sedimentología, socavación, prediseño estructural y preparación de planos.

- Bocatomas

En el caso de bocatomas y otros sistemas de captación, se fijará el tipo de captación más apropiado y se analizarán las condiciones geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, hidráulicas, sedimentológicas, etc., en cada sitio de emplazamiento que se requiera para la preparación de los prediseños, los cuales incluirán todos sus elementos como obras de encauzamiento, de toma, presas, canales de limpia, túneles, exclusión de sedimentos, vertederos de excesos, compuertas, protecciones, etc.

- Estaciones de bombeo

Se dimensionarán y prediseñarán, incluyendo obras civiles, equipos e instalaciones electromecánicas, sistemas de suministro de energía y obras complementarias de estabilización, protección, control de sedimentos y otras que resulten necesarias, como el canal de aducción. Se calcularán los costos de la inversión inicial, los de operación y mantenimiento y los de reemplazo de equipos, dentro de un análisis económico integrado.

Se procederá a la selección del tipo de bombas, sistema de suministro de energía, incluyendo la definición del tipo de equipo impulsador de las bombas (motor eléctrico, diésel, gas u otro), la transformación de tensión de energía eléctrica o el sistema de almacenamiento de combustible para la alimentación de los motores mecánicos, las obras complementarias de estabilización, protección, control de sedimentos y otras que resulten necesarias, tales como casetas o edificaciones para la protección, operación y mantenimiento de las bombas y de sus sistemas complementarios; tableros de control local y remoto, además de facilidades para el montaje y desmontaje de las bombas, para atender el mantenimiento (puente grúa según tamaño y peso de las bombas y sus equipos impulsadores).

En la concepción de los planos, se definirán las posibilidades de ampliación con respecto al proyecto de ejecución inicial, con el fin de programar el tamaño de algunos de los equipos, según la evolución prevista del proyecto.

Se realizarán consultas con los fabricantes de equipos, con el fin de establecer el tipo de equipos que ofrece el mercado para satisfacer las necesidades del proyecto. Se requiere estudiar alternativas y seleccionar los equipos de acuerdo con lo requerido en el prediseño y según lo ofrecido por los fabricantes.

De establecerse un suministro de energía a través del sistema de interconexión nacional o de distribución de energía eléctrica local, se debe tramitar ante la empresa que atiende el servicio de energía eléctrica en la región la solicitud de factibilidad de conexión para el proyecto.



Foto: Archivo UPRA

Se establecerán las capacidades, rendimientos y cantidades de equipos principales y complementarios, nivel de automatismo para los controles y filosofía de operación para establecer la instrumentación necesaria.

A partir de los datos establecidos y las consultas con los fabricantes, se prepararán los estimativos o presupuestos de costos de la inversión. Se establecerán los costos de la energía requerida con base en su utilización media prevista, el número y calificación de los operarios, la vida útil del proyecto y los costos fijos y variables de operación y mantenimiento.

La selección de los equipos y diámetros de las impulsiones se realizará con base en un análisis económico, con las inversiones iniciales en los equipos e instalaciones y los costos de operación, dentro de los cuales se puede considerar el costo anual equivalente.

- Desarenador

El prediseño de los desarenadores deberá permitir la libre circulación de los caudales requeridos reteniendo el porcentaje que corresponda de las partículas de los sedimentos o gravas. Su operación deberá ser ágil y sencilla, permitiendo en lo posible un lavado hidráulico, y durante su operación deberá suministrar los caudales requeridos en forma continua sin eliminar el riego. Por otra parte, deberá facilitar la evacuación de los caudales que en exceso puedan ingresar al sistema sin alterar notoriamente la eficiencia en la remoción de sedimentos.

- Embalses

Se deberán efectuar estudios de optimización para las características principales del proyecto que sean acordes con la mejor práctica profesional. Se optimizarán la capacidad y dimensiones del vertedero, las cotas de cresta de la presa y la desviación del río, entre las más importantes, de tal manera que permitan el mejor dimensionamiento de estructuras y equipos principales.

Los detalles para representar adecuadamente las soluciones conceptuales establecidas deben ser los necesarios para posibilitar las diferentes evaluaciones de costos, presupuestos y cantidades de obra con la debida precisión. No es necesario llegar a detalles que serán requeridos solo para el nivel de licitación, o menos aún para construcción, como tampoco a especificaciones para estos ítems.

Las obras civiles complementarias deberán predimensionarse al nivel que permita la evaluación de sus costos. El objetivo principal de esta subetapa debe ser la preparación, con una buena aproximación, del presupuesto y de los cronogramas constructivo y financiero del proyecto.

Se deberá dar especial atención a los aspectos constructivos del proyecto; el esquema general y todas las características principales deberán ser examinados cuidadosamente bajo este aspecto.

Las etapas de desviación del río y los métodos y programas constructivos son un factor dominante en la concepción general de un proyecto. La evaluación del esquema más adecuado debe considerar como criterio importante el tiempo de construcción.

Los estudios respectivos deberán incluir un plan de disposición general de las instalaciones y del campamento de construcción, incluyendo vías internas y de acceso a los frentes previstos de obra, los cuales deben ser incluidos en la elaboración del presupuesto.

Respecto a los equipos electromecánicos del proyecto, es necesario preparar una ficha técnica completa que defina las características de los equipos, tales como tipo, cantidad, capacidad, peso, dimensiones principales y parámetros operativos (caudales, presiones, eficiencias promedio, etc.). Asimismo, se deberá asociar a cada equipo unos costos FOB y plazos para fabricación, transporte y montaje. Los costos deberán surgir de consultas a fabricantes o de costos aplicables de proyectos similares.

En cuanto a infraestructura, los estudios correspondientes deben incluir planes de sustitución de la infraestructura vial y de servicios que se verán afectados, vías de acceso al proyecto, energía para la construcción, comunicaciones básicas durante la construcción y líneas de transmisión de energía necesarias para la ejecución de las obras.

En esta subetapa de los estudios, se incluirá la evaluación de las facilidades o medidas generales y de detalle necesarias para el transporte de los equipos principales del proyecto hasta el sitio de las obras, teniendo en cuenta tamaños, pesos y medidas determinantes, definidos durante el prediseño de los equipos.

- Sistema de conducción y distribución

Se dimensionarán y prediseñarán las obras para las alternativas seleccionadas, y se detallarán, a fin de completar el análisis comparativo. La alternativa seleccionada será detallada con el objetivo de alcanzar el nivel de precisión requerido, en el cual los imprevistos físicos no deberán exceder un 15 %. Todas las obras deberán ser localizadas en el terreno y los planos se basarán en información topográfica derivada de los trabajos de campo. El sistema de conducción y distribución incluirá los siguientes elementos:

- Canal(es) y ductos de conducción: se prepararán los prediseños para los diferentes alineamientos



Foto: Archivo UPRA



con base en los perfiles cartográficos, indicando los predimensionamientos y cantidades, de tal manera que se pueda realizar el análisis comparativo de alternativas.

Utilizando la cartografía y las fotos aéreas disponibles, en el terreno se ubicarán sitios donde deberán realizarse investigaciones geotécnicas (representativos del eje y en la intersección de estructuras especiales). Con estos resultados y los levantamientos topográficos, se prepararán los prediseños, se establecerán la capacidad, el gradiente hidráulico, las secciones transversales, los perfiles longitudinales, revestimientos, etc., y se elaborarán los planos generales de planta y perfil a escalas adecuadas, junto con las estructuras complementarias requeridas, como aliviaderos, controles, caídas, sifones, puente canales, etc.

Con base en los resultados anteriores, se prepararán los prediseños y se establecerán la capacidad, el gradiente hidráulico, las secciones transversales, el perfil longitudinal, la necesidad de revestimiento y otros aspectos pertinentes. Se elaborarán planos generales de planta y perfil a escala 1:2000 o 1:1000 y secciones especiales y típicas a escala 1:200 o 1:100.

En caso de que la conducción incluya túneles, su prediseño se basará en un levantamiento geológico de la franja de interés, complementado con un programa de perforaciones y ensayos geofísicos. Se realizarán levantamientos topográficos de los portales para preparar los correspondientes prediseños, se establecerá la condición mecánica de la roca o formación, se clasificará el material llenante de las fisuras y se establecerá la afinidad de la roca con los tipos de revestimiento que puedan contemplarse. Las investigaciones geotécnicas apoyarán la determinación de características geológicas (familias de diaclasas, familias de fracturas, estructuras geológicas, litología y mineralogía, etc.) y la selección de los métodos constructivos más aplicables.

En el caso de estructuras complementarias tales como aliviaderos, estructuras de control, caídas, sifones, puente-canales, pasos elevados y otras semejantes, las investigaciones geotécnicas se orientarán a establecer la capacidad portante del piso de fundación, las condiciones de estabilidad de las obras, los peligros de erosión y el grado de homogeneidad del subsuelo. Para el efecto, se investigará la secuencia estratigráfica, las características geomecánicas (fricción interna, cohesión, compresibilidad y estabilidad volumétrica), el grado de homogeneidad de los factores anteriores en el área y la presencia de los procesos erosivos.

- Red secundaria o de distribución de agua: el planteamiento de la red de distribución de agua se ejecutará mediante un análisis técnico-económico de alternativas, basado en criterios topográficos, catastrales, geotécnicos, hidráulicos y económicos, buscando dominar adecuadamente los diferentes sectores o unidades de riego e integrarse debidamente con los sistemas terciario y predial.

Los alineamientos de los esquemas alternativos se plantearán sobre la cartografía a escala 1:10.000 con curvas de nivel a intervalos no superior a 1 m. Con base en los perfiles obtenidos a partir de dicha cartografía, se prepararán predimensionamientos y estimativos de costos que servirán de base para el análisis comparativo. Para una mayor precisión, se hará el levantamiento topográfico 1:5000 para uno o dos canales representativos de la red, en los cuales se hará un prediseño más elaborado que sirva de referencia.

Se prepararán prediseños típicos de las estructuras complementarias requeridas tales como controles, partidores, tomas, estructuras de entrega y otras que pudieran resultar necesarias. Para una mejor aproximación, se realizará el levantamiento topográfico de por lo menos uno o dos canales representativos efectuándoles el correspondiente prediseño.

- Red terciaria de riego: con el objetivo de entregar el agua a cada predio incluido en la zona de riego en el punto más conveniente que sea posible, el planteamiento general de la red terciaria de canales de riego o tuberías se hará sobre los planos obtenidos por el diseño a nivel predial y sus cantidades se extrapolarán a toda la red terciaria.

El planeamiento se orientará con base en criterios topográficos, catastrales, económicos y operativos. De los planos cartográficos mencionados se obtendrá el perfil de los canales y se preparará el prediseño típico correspondiente para extrapolarlo y estimar las cantidades de obra de toda la red.

- Sistema de drenaje

El objetivo es que cada predio disponga de un sistema de evacuación de las aguas de drenaje, de modo tal que resuelva los problemas de evacuación superficial de excesos de aguas lluvias y de riego y que permita el control de los niveles freáticos, si así se requiere.

- Drenaje superficial: se planteará y evaluará un sistema de drenaje que sea complementario e integral con el sistema de riego, que resuelva los problemas de evacuación superficial de excesos de

aguas lluvias y sobrantes de riego y que permita el control de niveles freáticos y de inundaciones, si así se requiere.

Se predimensionará un sistema de drenaje integrado al sistema de riego, que permita evacuar los excesos de agua lluvia utilizando al máximo los cauces naturales, ríos, quebradas y caños que cruzan el área de estudio. Las capacidades de dichos cauces naturales serán evaluadas con base en levantamientos topográficos complementarios de las secciones transversales correspondientes y se confrontarán con la capacidad hidráulica requerida para su respectiva área aferente.

El planteamiento general de la red de drenaje se efectuará sobre los planos de restitución con curvas de nivel a intervalos no superiores a 1 m. Utilizando la cartografía y las fotografías aéreas disponibles, se ubicarán en el terreno sitios donde deberán realizarse investigaciones geotécnicas (sitios representativos del eje y en la ubicación de estructuras especiales). Con base en los resultados anteriores, se prepararán los prediseños de la red de drenaje principal y uno o dos canales a nivel secundario para ser extrapolado a nivel de toda el área del proyecto, incluyendo las estructuras de caída, cruces, protección y entrega que se requieran.

- Drenaje subsuperficial: en caso de que se identifiquen zonas en las que el ascenso de los niveles freáticos restrinja las posibilidades de explotación agropecuaria, se analizarán los registros sobre variaciones temporales de la posición del manto freático y se elaborará un modelo para simular los cambios periódicos de dichos niveles, con base en los registros históricos de periodos lluviosos, que contemple un balance entre las cantidades de agua que entran al suelo y las pérdidas que se producen por escorrentía superficial, percolación profunda, evapotranspiración, etc.

Con base en los resultados de los análisis, complementados con el modelo, se dimensionará y evaluará una red de drenaje subsuperficial, que normalmente se integrará con la red de drenaje superficial, para asegurar el control de niveles freáticos a determinadas profundidades que no afecten la zona radicular de los cultivos.

- Protección contra inundaciones

En las corrientes y tramos en donde se haya identificado la ocurrencia de desbordamientos, mediante inspecciones previas y consulta con los ribereños, con base en el análisis de frecuencias de caudales máximos y un modelo de tránsito de crecientes, se proyectarán diques de confinamiento u otro tipo de obras de protección a lo largo de los tramos afectados para el periodo de retorno que se



adopte como criterio de diseño. Se realizará un programa de investigaciones geotécnicas, el cual se basará en una sectorización previa de unidades homogéneas a lo largo del trazado. La investigación incluirá las fuentes de materiales.

La exploración del subsuelo se extenderá de acuerdo con la altura y características de la sección del dique. La investigación se orientará a precisar las condiciones de estabilidad de taludes, erosionabilidad, infiltraciones, conformación de terraplenes y disponibilidad de materiales.

- Aforo, telemetría, control y comunicaciones

Como parte del prediseño de las obras, se deberá considerar el control efectivo sobre los caudales de funcionamiento, por lo que se deben incluir las estructuras, equipos y sistemas requeridos para el aforo y control en el sistema de riego. Se deberán incluir los aforos en los puntos estratégicos del sistema, de manera que se garantice el control efectivo sobre los caudales de operación. Se deberá evaluar las posibilidades de implementar sistemas electrónicos que permitan la integración con sistemas tipo Scada, para la telemetría, control y seguimiento en tiempo real, así como el almacenamiento de información histórica que permita la evaluación de parámetros de eficiencia y otros indicadores de operación.

Adicionalmente, se debe analizar las necesidades de comunicación que faciliten las labores de operación y mantenimiento y el seguimiento de la operación del sistema.

- Carreteables y vías de acceso

Se efectuará un reconocimiento de la red vial existente en la zona de estudio, y se establecerán los requerimientos de mejoramiento, complementación y ampliación de dicha red. Se establecerá la jerarquía apropiada dentro de los elementos de la red vial así conformada y se prepararán prediseños de cada elemento de la red principal, con perfiles del terreno obtenidos de los planos de restitución. Los resultados se presentarán en planos de planta-perfil a escala 1:10.000.

Se prepararán secciones transversales especiales y típicas a escala 1:200 para la red principal (paralela a la red principal de los sistemas de riego y drenaje), incluyendo taludes, cunetas, afirmados, filtros, etc. Asimismo, las redes secundaria y terciaria se plantearán y evaluarán con base en módulos típicos, similares a lo estipulado para la red secundaria de riego, y se establecerán los requerimientos de rectificación, ampliación y mejoramiento de los carreteables existentes que vayan a integrarse a la red propuesta, estimando las longitudes en que se requiere ampliación de la banca, construcción de afirmado, etc.

Se prepararán prediseños individuales de los puentes y pontones principales, con información derivada de los

planos de restitución, complementada con investigaciones geotécnicas. Se elaborarán también prediseños típicos de otras obras menores como alcantarillas, cunetas, descoles y demás obras requeridas para el buen funcionamiento de la red vial.

- Sistema a nivel predial

De acuerdo con los resultados de los estudios básicos, de las alternativas del plan agropecuario y del plan de ingeniería, y tomando en cuenta los estudios agrológicos y catastrales, se seleccionarán áreas típicas que incluyan varios predios representativos de la distribución predial y que representen no menos del 5 % del área total por adecuar o del 5 % del número de predios, la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico donde se realizarán diseños de las obras de adecuación a nivel predial, para obtener indicadores de costos de las mismas que sean extrapolables a la totalidad del área.

La selección de las áreas deberá tomar en cuenta los rangos de tamaño de los predios, sus características topográficas, condiciones agrológicas y sistemas de riego propuestos, con el fin de que los resultados del análisis puedan extrapolarse a la totalidad del área por adecuar.

Para las áreas seleccionadas, se prepararán los planos topográficos a escala 1:2000 con curvas de nivel a intervalos de 0,25 m. Sobre dichos planos se elaborará el diseño de las obras de adecuación predial, incluyendo canales terciarios o interprediales, canales prediales, nivelación de tierras, tamaño y separación de canales o tuberías, alcantarillas, pontones, medidores, repartidores, caídas, sistemas de aspersión, goteo y gravedad, etc. El diseño cubrirá también los sistemas de drenaje predial.

Se calcularán las cantidades de obra en cada área típica y los correspondientes presupuestos y costos por ha. Con estas bases, se extrapolarán los resultados a toda el área por adecuar para la condición con proyecto.

- Cantidades y costos de obras

Los prediseños de las obras correspondientes a la alternativa seleccionada del plan de ingeniería permitirán identificar los diferentes ítems de construcción y de suministro de equipos. Con estas bases se calcularán las respectivas cantidades de obra, incluyendo reposición de equipos.

Se elaborarán precios unitarios de los ítems de construcción de obras y suministro e instalación de equipos, tomando en cuenta la naturaleza de las obras y las condiciones locales.

Los precios unitarios se aplicarán a las cantidades de obra correspondientes, a fin de obtener estimativos de las inversiones requeridas, agrupadas en capítulos de construcción y suministro e instalación de equipos y elementos.

Para el estimativo de los costos de las obras de adecuación predial, se extrapolarán a la totalidad del área por adecuar los costos derivados de las áreas tipo seleccionadas, mediante un sistema que tome en cuenta las características de los predios y de las obras de adecuación, y el grado de tierras existente.

Uno de los aspectos básicos del nivel de factibilidad es la confiabilidad de los estimativos de costos de las inversiones requeridas en obras y equipos. Por lo tanto, los imprevistos en las obras civiles no podrán exceder del 15 % sobre el costo directo, y este porcentaje será del 10 % en el caso de equipos. La ingeniería y la administración serán calculadas como el 10 % en obras civiles y el 8 % en equipos, sobre el costo directo más los imprevistos. El nivel de detalle de los prediseños deberá ser compatible con el nivel de imprevistos.

- Análisis de alternativas

Para los componentes que presenten más de una solución técnica posible, se debe adelantar un análisis de alternativas que considere las condiciones de cada solución y realice una comparación donde se involucren todos los aspectos técnicos, ambientales, económicos, sociales y de riesgos, que permitan realizar el análisis y selección de la alternativa más conveniente.

- Programación del desarrollo del proyecto

Los objetivos que persigue la elaboración del programa de ejecución del proyecto en la subetapa de factibilidad son la definición, con un alto grado de confiabilidad la duración, de los periodos de ejecución parciales y totales del proyecto, para que, teniendo en cuenta los periodos de diseño y contratación de las diferentes obras, se pueda estimar un plazo para la entrada en operación de cada etapa de desarrollo.

Para la programación de las obras de ingeniería de la alternativa más conveniente, se empleará el método de la ruta crítica o CPM. Se tendrán en cuenta, entre otros factores, el tamaño y complejidad del proyecto, el monto de las inversiones, la conveniencia de realizar las obras por módulos que permitan su pronto aprovechamiento, el ritmo de incorporación de zonas a la producción previsto en el plan agropecuario adoptado (el cual estará relacionado con la disponibilidad de las obras de adecuación de tierras a nivel predial), la capacidad operativa y de contratación del organismo ejecutor.

Los prediseños de las obras deberán presentarse en planos que incluyan:

- Localización general del proyecto, a escala 1:10.000, en el que figuren los componentes de las obras del mismo.

- Planta y perfil, que permitan apreciar en forma clara las características de los sistemas de captación, conducción y distribución de riego, de evacuación de excedentes de agua y de protección contra inundaciones, a escala 1:1000 o 1:2000, y en que aparezcan las franjas de terreno cuyo levantamiento topográfico fue efectuado. En ellos se representarán las curvas de nivel y además se incluirán secciones transversales de las obras lineales, a escala 1:200.
- Planos de dimensiones de estructuras típicas a escala 1:100 o 1:200, con sus respectivos cortes y vistas, con un cuadro resumen con la ubicación y características de cada estructura tipo complementaria.

5.3.5. Plan de organización y capacitación de los usuarios

Una vez establecida la factibilidad técnica, económica y social del proyecto de adecuación de tierras, y con base en el listado general de los beneficiarios del proyecto, se debe comenzar a realizar la gestión para crear la asociación de usuarios del mismo, la cual debe tener una amplia promoción y divulgación, diseño y aplicación de estrategias participativas, para lo cual se debe cumplir con la normatividad vigente del subsector de adecuación de tierras.

Para el caso de las comunidades étnicas, se requiere cumplir con la normatividad vigente que los protege. Asimismo, comenzar el trámite de la personería jurídica de la organización de usuarios del proyecto ante el organismo o entidad encargada de otorgarla, según la normatividad.

Conformar una mesa de trabajo interinstitucional del nivel municipal o regional y realizar un plan para desarrollar en las siguientes subetapas, que contribuya a mejorar las condiciones de vida de los beneficiarios del proyecto. Por otra parte, establecer las estrategias de participación para el cumplimiento del plan de servicios complementarios y de capacitación, según competencia de cada institución.

Establecer un plan de gestión social, con la participación de la asociación, para mejorar la calidad de vida.

5.3.6. Plan de organización del proyecto

Tomando en cuenta las alternativas seleccionadas para la evaluación de los planes de ingeniería y agropecuario, se plantearán y diseñarán las correspondientes alternativas del plan de organización en lo que respecta a lo siguiente:

- Organización general

Teniendo en cuenta las características del organismo ejecutor y de la organización de usuarios, se hará un análisis detallado de las necesidades organizativas desde el punto de vista técnico, administrativo,



financiero y comercial, y se propondrá la estructura orgánica respectiva.

En caso de que la organización de usuarios opere el proyecto, se deberán indicar las principales funciones de cada dependencia, tanto para la administración, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto, como para la coordinación y dirección general.

Asimismo, se harán recomendaciones para determinar el marco reglamentario y las normas para el funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria y los equipos propuestos.

- Organización para la ejecución de las obras

Se precisarán los mecanismos para la realización de los diseños detallados de las obras, incluyendo las de adecuación a nivel predial, y para la contratación de su construcción, de acuerdo con las etapas y subetapas de desarrollo previstas. Se preparará un cronograma detallado que incluya todas las actividades requeridas.

- Organización y costos para la administración, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto

Se detallará la organización prevista para la administración, operación y mantenimiento de las obras y equipos del proyecto, con el fin de determinar su viabilidad y estimar sus costos anuales durante la vida del mismo.

Con base en los planes agropecuario y de ingeniería, y de acuerdo con el funcionamiento previsto para las diferentes obras e instalaciones, se establecerán los requerimientos de operación en términos de personal, insumos, equipos, energía, combustibles, lubricantes y demás insumos necesarios y se estimarán los costos anuales correspondientes.

Asimismo, se establecerá un programa que involucre las labores de mantenimiento de canales de riego y drenaje, diques, vías, compuertas y demás instalaciones mecánicas y eléctricas.

Se estimarán los requerimientos de personal, maquinaria y equipo de mantenimiento, y se establecerán las inversiones iniciales y los costos anuales y periódicos de reposición de los equipos correspondientes. El programa de conservación deberá ser suficiente para mantener las obras en un buen estado y para evitar su deterioro.

Las labores respectivas deberán analizarse en detalle, para determinar si las realiza directamente el proyecto o si son susceptibles de contratación, según lo establecido en la Ley 41 de 1993. Los costos de conservación se obtendrán con base en estimativos de cantidades de obra y precios unitarios debidamente justificados.

La planta de personal se detallará en categorías de personal profesional, técnico y auxiliar. En cuanto a los equipos, se desglosará la maquinaria pesada y los vehículos livianos y los requerimientos de equipos topográficos, de laboratorio, de aforo y otros similares.

Se establecerán los costos de los programas de capacitación técnica y actividades del plan de acompañamiento y del plan de manejo integral del proyecto.

El análisis de todos los aspectos mencionados deberá ser detallado y no solo basado en indicadores genéricos.

- Tarifas de riego y drenaje

Con base en las opciones establecidas por el organismo ejecutor público, se propondrá un sistema tarifario para cubrir los costos totales de administración, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto.

Se estimarán las tarifas según dos componentes: una fija, en función del área beneficiada con las obras de riego, drenaje o protección contra inundaciones, y una tarifa volumétrica en función de los volúmenes de agua entregados a los predios en el tiempo, en términos de la demanda media.

Se incluirán diferentes alternativas de composición al respecto, evaluando sus posibles efectos en cuanto a estímulos a la utilización y uso adecuado del riego, desestímulos al uso ineficiente del agua, efectos sobre las condiciones socioeconómicas de los productores y otros aspectos pertinentes.

Especial atención merece el análisis para el cálculo de la tasa por utilización del agua (TUA) y la incorporación de dicho costo en el presupuesto de AOMMI y cálculo de tarifas.

- Recuperación de inversiones

En la etapa de factibilidad del proyecto, de acuerdo con la legislación vigente y los modelos de fincas tipo, y teniendo en cuenta los rangos de tamaño total de los predios y el área neta por beneficiar de cada uno de ellos, se efectuará una liquidación de los montos estimados y su forma de pago, que estarán a cargo de los productores beneficiados potenciales del proyecto, según su clasificación en grandes, medianos y pequeños productores, por concepto de recuperación de las inversiones por realizarse. Lo anterior, con el fin de informar preliminarmente a los futuros usuarios la cuota-parte por pagar e incluir estas partidas en los análisis financieros de las fincas tipo consideradas.

El estimativo del costo de las obras que le corresponderá pagar a los beneficiarios, se realizará, como ya se dijo, clasificándolos en pequeños, medianos y grandes, aplicando los subsidios a que tienen derecho legalmente.

El valor resultante representará la contribución de este al costo total del proyecto.

- Organización y costos del plan de manejo integral del proyecto

Se deberán estimar los costos anuales y el periodo de duración (años) del programa de acompañamiento y de la capacitación a los beneficiarios del distrito, incluyendo lo relativo al uso adecuado de los recursos agua y suelo, durante el tiempo que se considere necesario, que contemple las actividades de transferencia de tecnología y de capacitación que resulten indispensables para asegurar la viabilidad y sostenibilidad del plan agropecuario. Tendrá además en cuenta los servicios que al respecto, prestan entidades y organismos públicos y privados.

Se requiere definir los requerimientos de inversión y los costos para la capacitación a los usuarios.

- Otros servicios de apoyo a la producción

Para la alternativa escogida en la etapa de factibilidad, se requiere precisar los requerimientos de otros servicios de apoyo a la producción, como crédito, provisión de insumos, mercadeo y maquinaria agrícola, evaluar la disponibilidad y las condiciones en que dichos servicios se encuentran disponibles en el área del proyecto y su zona de influencia, y establecer los requerimientos de inversión para tales fines.

Si el proyecto implica sistemas de procesamiento especiales, para el mercadeo de los productos, o tiene requerimientos de agroindustrias o controles especiales de calidad y sanidad, se requiere establecer los mecanismos para que se logren estos objetivos, la responsabilidad de los productores al respecto y los convenios que estos últimos, deberán suscribir con el organismo ejecutor o con terceros, estableciendo, igualmente, los requerimientos de inversiones y de capital de trabajo para tal fin.

5.3.7. Aspectos ambientales

Para esta subetapa se debe desarrollar un estudio de evaluación ambiental y riesgos, profundizando temáticas con base en información existente de las subetapas anteriores de consultoría, y con información de carácter primario a través de visitas de reconocimiento a la zona del área por desarrollar, incluyendo la(s) cuenca(s) abastecedora(s) y receptora(s), de tal manera que se empiece a conformar un estudio ambiental y de riesgos que sirva de referencia y sea el fundamento para la subetapa siguiente, en caso de que el proyecto sea considerado viable.

Es importante establecer la autoridad ambiental competente, según el área por desarrollar en el proyecto, considerando lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o el que lo sustituya, modifique o derogue.

También se hace necesario determinar la exigibilidad del DAA o solicitar los términos de referencia ante la autoridad ambiental competente, en caso de requerir licencia ambiental. Si el proyecto no requiere licencia ambiental, igualmente se preparará el estudio de evaluación ambiental y riesgos que se describe a continuación:





1. Introducción

Establecerá los antecedentes del proyecto, el alcance de la consultoría y contrato de consultoría, entre otros. Deberá establecer la autoridad ambiental competente del proyecto, y si es necesaria la obtención de licenciamiento ambiental y otros permisos o autorizaciones necesarias, considerando lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o el que lo sustituya, modifique o derogue.

También se precisa establecer si el proyecto requerirá tramitar otros permisos, autorizaciones o concesiones, tales como una consulta previa, sustracción o

rezonificación de reserva forestal, concesiones de agua, permiso de vertimientos, permiso de ocupación de cauces, aprovechamiento forestal único, permiso de investigación científica, permiso individual de recolección o levantamiento de veda, entre otros.

En lo que respecta a la licencia ambiental, el Decreto 1076 de 2015 estipula que «estarán sujetos a licencia ambiental únicamente los proyectos, obras y actividades que se enumeran en los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del presente decreto», como se especifica en el cuadro 5.

Cuadro 5. Competencia y exigibilidad de licencias ambientales

<p>Artículo 2.2.2.3.2.2. Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • «9. La construcción y operación de proyectos de riego o de drenaje con coberturas superiores a 20.000 hectáreas». • «15. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presente un valor igual o superior a 2 m³/s durante los periodos de mínimo caudal».
<p>Artículo 2.2.2.3.2.3. Competencia de las corporaciones autónomas regionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • «17. La construcción y operación de proyectos de riego o drenaje para áreas mayores o iguales a 5000 hectáreas e inferiores o iguales a 20.000 hectáreas». • «18. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presente un valor igual o inferior a 2 m³/s, durante los periodos de mínimo caudal».



Para el caso del diagnóstico ambiental de alternativas, es necesario verificar si se cumplen algunas de las siguientes condiciones establecidas en el artículo 2.2.2.3.4.2 del Decreto 1076 de 2015, o el que lo sustituya, modifique o derogue, y en tal caso, solicitar pronunciamiento a la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de presentar el DAA:

- La construcción de presas, represas o embalses.
- Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra.

En caso de requerirse, se deberá cumplir con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.4.3 del mismo decreto. El diagnóstico ambiental de alternativas deberá ser elaborado de conformidad con la metodología general para la presentación de estudios ambientales y los términos de referencia expedidos para el efecto por la autoridad ambiental; no obstante, al menos deberá desarrollar los siguientes capítulos:

- Objetivo, alcance y descripción del proyecto, obra o actividad.
- Descripción general de las alternativas de localización del proyecto, obra o actividad.
- Compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el plan de ordenamiento territorial o su equivalente.
- Identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos y efectos sobre el medioambiente, así como el uso o aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para las diferentes alternativas estudiadas.
- Identificación de las comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, obra o actividad.
- Análisis beneficio-costos ambiental de las alternativas.
- Selección y justificación de la alternativa escogida.

Una vez la autoridad ambiental evalúe el DAA, se debe solicitar a la autoridad ambiental competente los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental (EIA) para ser desarrollado en la subetapa de diseño.

El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos que requieren licencia ambiental y se exigirá por la

autoridad ambiental competente en todos los casos en que, de acuerdo con la ley, se requiera.

2. Descripción del proyecto

3. Localización del proyecto

Localización político-administrativa y geográfica del proyecto: plano georreferenciado en coordenadas planas (Magna Sirgas), a escala 1:25.000 o mayor.

4. Definición del área de influencia del proyecto

Ajustar conforme a las características los límites del área por desarrollar dentro del proyecto, teniendo en cuenta las siguientes definiciones:

- Área de influencia indirecta (AII): se considera desde el componente socioeconómico como los municipios beneficiados a nivel regional por el desarrollo del proyecto.
- Área de influencia directa (AID): área sujeta a ser intervenida o alterada por la construcción y operación del proyecto, incluyendo zonas como la boca-toma, el embalse (si aplica), corredores de vías de acceso, líneas de conducción de tubería o canales, entre otros.

5. Elaboración de línea base: nivel de factibilidad

A nivel de factibilidad se realizará la elaboración de línea base, que corresponde a una caracterización del AID para tener una visión de las temáticas de los siguientes componentes:

- Descripción del medio abiótico
 - Geología
 - Geomorfología
 - Geotecnia
 - Sismología
 - Climatología y meteorología
 - Suelos
 - Hidrología
 - Sedimentología
 - Hidrogeología
 - Suministro de agua: en este punto, establecer la calidad de agua de la fuente abastecedora y



concesiones de agua existentes de la fuente de abastecimiento

- Calidad de agua

Se requiere realizar la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de la fuente de abastecimiento, considerando al menos dos periodos climáticos (época seca y época de lluvias). El sitio de muestreo debe georreferenciarse y su resultado servirá de base para el seguimiento a futuro de la calidad de agua de la fuente. Realizar el análisis de la calidad del agua con laboratorios acreditados³ para los siguientes parámetros por analizar:

- Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.
- Caracterización química: oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO5), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl-), sulfatos (SO4), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez.
- Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales.
- Complementar el análisis con información secundaria (si se encuentra).

- Descripción del medio biótico

- Ecosistemas terrestres
- Ecosistemas acuáticos

- Medio socioeconómico

- Lineamientos de participación
- Dimensión demográfica
- Dimensión espacial
- Dimensión económica
- Dimensión cultural
- Aspectos arqueológicos
- Dimensión político-organizativa

- Tendencias del desarrollo
- Información sobre población por reasentar (si aplica)

Cabe anotar que se desarrollará con base en información secundaria, en el aporte de otros estudios adelantados dentro de esta misma subetapa del área técnica (estudios básicos) y en reconocimientos en campo para temas que se consideren necesarios.

6. Zonificación ambiental

Definir en la cartografía si el proyecto identificado se encuentra localizado en el área de influencia directa o indirecta de áreas de restricción ambiental establecidas en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial.

Considerar que existen áreas de exclusión y otras áreas de conservación, amparadas bajo legislación nacional ambiental vigente y convenios internacionales, lo cual imposibilita su intervención, en algunos casos, o posibilita la intervención con restricciones, en otros.

Las áreas consideradas de exclusión corresponden a las siguientes:

- Áreas con régimen de manejo especial, áreas del Sistema de Parques Naturales Nacionales (parque nacional, reserva natural, área natural única, santuarios de flora y fauna, vía parque).
- Parques naturales regionales.
- Suelo urbano.
- Áreas arqueológicas protegidas.
- Páramos.
- Reservas forestales protectoras.

Las áreas sujetas a restricciones o condicionantes son:

- Reservas de la biósfera.
- Humedales Ramsar, otros humedales, cuerpos de agua y drenajes dobles.
- Reservas forestales, según la Ley 2 de 1959.
- Sustracciones a las reservas forestales, según la Ley 2 de 1959.
- Resguardos indígenas.
- Tierras de comunidades negras.
- Proyectos de manejo integrado.
- Proyectos de conservación de suelos.

³ Consultar la lista de laboratorios ambientales acreditados por el Ideam (matriz agua).

- Áreas de recreación.
- Reservas naturales de la sociedad civil.
- Áreas de patrimonio mundial, paisajes culturales.
- Zonas de reserva campesina.

7. Demanda, uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Vertimientos.
- Ocupación de cauces.
- Materiales de construcción.
- Aprovechamiento forestal.

8. Evaluación ambiental

Tiene como objetivo específico identificar y evaluar los impactos potenciales por ser generados sobre el medio físico, biótico y social, tanto en la etapa de construcción como la etapa de administración, operación y mantenimiento del proyecto propuesto.

9. Plan de manejo ambiental (PMA)

Se deberá formular tanto para la etapa de construcción como de administración, operación y mantenimiento. Este plan deberá reflejar las acciones u obras de prevención, manejo, control, restauración o compensación ambiental que incluyan costos y cronogramas de actividades.

El plan de manejo se estructura con el planteamiento de programas, los cuales podrán contener, entre otros aspectos, los impactos por manejar, la descripción de la medida ambiental, ubicación, los responsables de su ejecución, indicadores de seguimiento, el tiempo de ejecución y presupuesto.

10. Plan de seguimiento y monitoreo

Orientado a los programas formulados en el plan de manejo ambiental.

11. Análisis de riesgos ambientales y su mitigación

Dentro de esta temática se incorpora la articulación con planes de manejo de acuíferos, planes de gestión del riesgo, planes de adaptación y mitigación al cambio climático, y se formulan lineamientos que se considerarán en el estudio ambiental por desarrollar en la siguiente etapa.

5.3.8. Costos totales del proyecto

Deben ser estimados con el grado de exactitud suficiente para discriminar adecuadamente las alternativas identificadas para realizar la evaluación económica y financiera de dichas alternativas.

Para establecer la viabilidad (financiera, económica y para el financiamiento) de dichas alternativas, las estimaciones deben incluir todos los costos de inversión, operación y conservación. Los costos totales serán desagregados en sus componentes externos (gastos directos e indirectos en divisas) y locales (gastos en bienes y servicios de origen nacional).

Deben incluirse los costos de las obras, los asociados con la mitigación y gestión ambiental y los establecidos por las leyes 99 de 1993 y la 1450 de 2011, que son:

- Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1 % del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica.
- Los proyectos de construcción y operación de distritos de riego deberán dedicar un porcentaje no inferior al 1 % del valor de la obra a la adquisición de áreas estratégicas para la conservación de los recursos hídricos que los surten de agua.

Adicionalmente, se debe incluir el valor para la ejecución del plan de manejo ambiental formulado que se debe implementar en las etapas de construcción y operación, acorde con las condiciones ambientales de la zona y las características de las obras definidas.

Estos rubros están constituidos básicamente por los costos de las obras civiles, dotación de maquinaria y equipos, interventorías, estudios y diseños e imprevistos inversiones ambientales, capacitación y asistencia técnica, cuando haya lugar, y en general, todos los



demás costos iniciales que permitan contar con los recursos para mantener y operar el proyecto.

Los componentes anteriores se discriminarán en nacional y externo, con el fin de hallar sus respectivos valores escalados en el tiempo. Los parámetros de inflación interna y externa y del valor de la divisa en el tiempo deben ser solicitados a la Unidad de Macroeconomía del DNP. El flujo respectivo debe llevar los comentarios pertinentes.

La presentación de los costos del proyecto en el informe principal debe ser resumida y debe estar acompañada de un cuadro ilustrativo.

5.4. EVALUACIÓN

La evaluación, para la selección de la alternativa se deberá realizar para cada una de las alternativas definidas en los planes de ingeniería y de producción agropecuaria; el indicador para la selección es el VPN del beneficio incremental para un periodo de evaluación de 30 años, teniendo en cuenta el ciclo productivo de los cultivos y explotaciones pecuarias, la vida útil de la maquinaria y equipo y de las inversiones en infraestructura.

Para la evaluación de la alternativa seleccionada, se requiere determinar e interpretar los indicadores VPN: R: B/C y TIR.

5.4.1. Costos totales del proyecto

Los estimativos de costos para la alternativa seleccionada y las demás evaluadas deberán incluir todos los costos de inversión, inclusive los relacionados con los aspectos ambientales, y los costos de administración, operación y mantenimiento durante el periodo de operación del distrito y los costos para el manejo integral.

5.4.2. Evaluación del proyecto

Se efectuará la evaluación del proyecto (a precios de mercado y a precios sombra, precios sociales o precios cuenta).

Para la alternativa seleccionada, con base en el presupuesto definitivo establecido por el plan de ingeniería, la programación detallada de las obras e inversiones y el plan agropecuario seleccionado, se efectuarán las evaluaciones económicas y financieras del proyecto, la evaluación financiera de las fincas tipo, el análisis de los requerimientos financieros del proyecto, y se realizará tanto el análisis financiero para el proyecto integral, como el flujo de caja del distrito y el flujo de caja del organismo ejecutor.

Para medir la incidencia planteada anteriormente, se utilizarán indicadores basados en cálculos de beneficios y costos incrementales, mediante la comparación de las situaciones con y sin proyecto.

La evaluación del proyecto comprenderá los siguientes análisis, tanto a nivel del proyecto como de fincas tipo:

- Evaluación financiera de todo el proyecto y de las fincas tipo.
- Evaluación económica del proyecto.
- Flujos de fondos para recuperar de los usuarios por los organismos ejecutores.
- Flujo de fondos para percibir por la asociación de usuarios.
- Escalamiento de las inversiones del proyecto.

5.4.2.1. Evaluación financiera del proyecto

Este análisis debe determinar si los beneficios incrementales generados por el proyecto son superiores a los egresos totales incurridos en el mismo, con base en los precios de mercado, valorados a precios constantes, de la situación actual, con y sin proyecto.

El análisis estará fundamentado en comparación de la situación actual o sin proyecto y la situación con proyecto.

Situación actual o situación sin proyecto

Corresponderá a la encontrada en el momento de realizar la factibilidad y su tendencia, sin realizar actividades o acciones que la modifiquen.

Situación con el proyecto

Corresponderá a la alternativa seleccionada para la materialización del proyecto, que incluye la obtención de mejoras en los ingresos, por la utilización del distrito.

Los parámetros o criterios de evaluación por considerar serán, mínimo, los siguientes:

- Unidad de análisis

La unidad de análisis será el total de área por beneficiar con el distrito.

- Costo de oportunidad del capital o rentabilidad mínima esperada

Está definido, de acuerdo con la normatividad vigente, en el 12 % anual; sin embargo, se considera que es necesario replantear dicho valor y ajustarlo a las condiciones actuales del país, especialmente en lo relacionado con la tasa de interés, ya que dicha tasa de oportunidad puede estar sobrevalorada para las condiciones económicas actuales de Colombia.

- Tasa de inflación

La tasa de inflación por emplear para obtener el costo de oportunidad del capital privado expresado en términos reales, partiendo de las tasas de captación del sector financiero para medir la bondad financiera real de las inversiones en que deben incurrir los productores para el óptimo aprovechamiento del riego, será la registrada por el DANE para el año inmediatamente anterior al de la realización del estudio.

- Precios

Todos los precios, tanto de los insumos como de los productos considerados, serán a nivel finca o del productor y en pesos corrientes del año en que se realiza el estudio, manteniendo valores constantes para el total del periodo de análisis (30 años).

Los precios de los productos agrícolas correspondientes a la situación actual serán el resultado de la investigación y análisis de precios realizado dentro del estudio de mercadeo del proyecto, y los mismos se incorporarán en la planificación agropecuaria.

- Vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto u horizonte de evaluación considerada para el análisis financiero del proyecto será de 30 años, teniendo en cuenta el ciclo productivo de los cultivos y de las explotaciones pecuarias y la vida útil de la maquinaria y equipo, y de las inversiones en infraestructura del distrito.



Foto: Archivo UPRA



- Producción, ingresos y costos

Para la situación con el proyecto, la estimación de los ingresos y costos se hará para un periodo de 30 años. Se considerarán las etapas de construcción (tiempo en el cual se genera la explotación de los cultivos bajo la situación actual), la etapa de entrada de áreas a la producción con riego, con sus rendimientos incrementales y la etapa de operación del proyecto, comprendida desde la entrada en operación hasta el final del funcionamiento del distrito de riego (año 30). Para proyectar los flujos de fondos correspondientes a esta etapa, se determinarán los ingresos, los costos y el ingreso neto de la producción agropecuaria, con la información generada en el plan agropecuario.

Durante la etapa de construcción, la valoración de los ingresos y de los costos agropecuarios se realizará considerando las áreas sembradas en la situación actual, los precios de los productos en finca y los costos actuales de producción (situación sin el proyecto). Durante este periodo no se consideran mejoras marginales, en los rendimientos por hectárea de los cultivos, debidas a la aplicación de paquetes tecnológicos a estos y explotaciones pecuarias.

Los costos de producción aplicados serán los establecidos para la situación actual (sin proyecto), en el estudio del componente agropecuario, y con el distrito en el plan agropecuario.

Dentro de la estructura del total de los costos de producción agropecuaria incluidos en el flujo de fondos, no se considerarán los rubros correspondientes a intereses o costos del capital, arriendo de la tierra, impuestos, cuota de recuperación de inversiones ni transferencias. Estos rubros se incorporarán como ítems independientes a cada uno de los flujos de fondos elaborados para el análisis financiero de las fincas tipo.

La producción anual será calculada teniendo en cuenta las áreas proyectadas en el plan agropecuario para cada cultivo y explotación. Igualmente, se requiere considerar el incremento gradual de la productividad, resultante de la implementación del riego y la asistencia técnica. Esta última incluye los efectos de la adopción de paquetes tecnológicos y el acompañamiento y asesoría técnica.

- Otros criterios

Los precios agropecuarios deben estar valorados para situaciones normales de la economía, evitando situaciones de inflexión de los ciclos económicos.

Este análisis debe estar fundamentado en los resultados de los estudios correspondientes a la situación agropecuaria actual, al plan agropecuario, al estudio de mercados, al estudio de las obras de ingeniería, a los costos de operación, mantenimiento y manejo integral, a las inversiones

ambientales, a las inversiones en los equipos requeridos y, en general, a todos los componentes que directamente incidan en los beneficios o costos del proyecto.

A los patrones de costos agropecuarios se les debe sustraer las transferencias tales como los intereses, arrendamientos y la cuota parte de operación y mantenimiento, la cual se involucrará como un ítem independiente en el flujo de costos e inversiones del proyecto.

Los préstamos y sus pagos no se deben incluir en el flujo del proyecto, pero deben contemplarse todas las inversiones y beneficios del mismo.

- Variables básicas

Servirán de soporte para el desarrollo del flujo de fondos y la determinación y valoración de los indicadores a nivel de la evaluación financiera del proyecto; serán las siguientes:

- Ingresos

Las variables que representan los ingresos estarán conformadas por lo siguiente:

- * Ventas

Las ventas corresponderán al valor anual de la producción esperada en el área del distrito (incluyendo el autoconsumo) por la totalidad de los usuarios potenciales del distrito, tanto agrícola como pecuario, en la situación actual y con el distrito, durante la vida útil del mismo.

- * Otros ingresos

Esta variable se incluye ante la posibilidad de la existencia de algunos otros ingresos generados por las actividades agropecuarias con el uso del riego, que los productores desarrollen y que formen parte de los ingresos anuales, obtenidos por los usuarios potenciales del proyecto como resultado de la explotación de las áreas por beneficiar.

- Egresos

Incluirán los gastos o pagos anuales que deben hacer los usuarios del distrito para sufragar las actividades de construcción y de operación del proyecto, así como para el desarrollo de los procesos de producción y comercialización agropecuaria, entre otros, y estarán representados por lo siguiente:

- * Inversiones

Corresponderán a los siguientes rubros:

- Inversiones para la materialización del proyecto: se considerará el valor total de las inversiones

(incluye la totalidad de los rubros considerados en el presupuesto), requeridas para la materialización del proyecto, de acuerdo con el presupuesto, determinado en los estudios de ingeniería, incluyendo el manejo integral.

- Recursos para las inversiones agropecuarias, de mercadeo y comercialización: se incluirá el total de las inversiones definidas para el desarrollo de estas actividades establecidas en el plan agropecuario, el estudio de mercadeo y comercialización, inversiones que estarán a cargo de los usuarios.
- Costos de la producción agropecuaria: se considerará el total de los costos de las actividades productivas de corto plazo, al igual que las de sostenimiento de las explotaciones permanentes o de duración de un año o más, de acuerdo con lo definido en el estudio de la situación agropecuaria actual y en plan agropecuario, los costos de mercadeo y comercialización.
- Costos de operación, administración y mantenimiento del proyecto: dentro de este rubro se incluirán, entre otros, los siguientes aspectos:
 - Gastos correspondientes a sueldos con sus respectivas prestaciones y obligaciones parafiscales, de acuerdo con la normatividad existente, para todos los funcionarios de cada una de las dependencias establecidas en la planta de personal propuesta.
 - Reservas para labores contratadas de mantenimiento de obras de acuerdo con el plan anual de conservación, medios de transporte y de comunicaciones, edificaciones y muebles de oficina.
 - Recursos para el manejo de la cuenca aportante, según el PMA y la legislación vigente.
 - Pago de arriendo de la sede administrativa y de alquiler de la maquinaria, los equipos y los vehículos requeridos para el mantenimiento del proyecto.
- Otros egresos

Establecerán la posibilidad de incluir algunos otros egresos originados por las actividades propias del proyecto.

* Indicadores

Para la valoración de los resultados del análisis financiero del proyecto, se determinarán e interpretarán mínimo los siguientes indicadores:

○ Beneficio incremental

Representa el valor adicional con respecto a la situación actual que obtendrán los productores por el desarrollo de sus actividades agropecuarias, como efectos de la materialización y puesta en operación del proyecto.

○ Valor presente neto del beneficio incremental

Es el valor presente neto incremental descontado a una tasa del 12 %, según la definida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), durante el horizonte adoptado para el distrito (se sugiere 30 años) o a la tasa que defina el consultor.

○ Relación beneficio-costos

La relación beneficio-costos se determinará dividiendo el valor de los ingresos por el valor de los egresos, descontando todos los valores al 12 % anual o a la tasa que defina el consultor para 30 años de vida útil del proyecto.

○ Tasa interna de retorno financiera (TIRE)

Indicará la rentabilidad de los recursos requeridos para la materialización del proyecto y para la operación del mismo, resultante de los ingresos generados por el desarrollo del plan de producción agropecuaria, durante la vida útil del proyecto.

○ Producción incremental

Determina el volumen de la producción agropecuaria incremental anual que se obtendrá, mediante la explotación de la tierra, con la operación del proyecto, como resultado de su materialización.

○ Demanda incremental de mano de obra (generación de empleo)

Se deberá determinar la cantidad anual de jornales y de empleos (considerando 240 jornales/persona/año como pleno empleo rural) que se generarán como resultado de la construcción, operación del proyecto y desarrollo del plan de producción agropecuaria.

○ Volumen de la producción incremental

Se deberá determinar la cantidad de la producción anual (toneladas) que se generará como resultado de la



Foto: Erika Lothes Bernal

construcción y operación del proyecto y del desarrollo del plan de producción agropecuaria.

- Análisis de sensibilidad

Se deberán hacer cálculos de sensibilidad independientes con respecto a los cambios porcentuales en los rendimientos, precios de productos agrícolas y pecuarios, costos de producción agropecuarios, costo de obras, retraso y adelanto en el programa de inversiones, incremento o disminución de las áreas de adecuación predial, a fin de determinar la solidez del proyecto frente a estas situaciones.

Se deben considerar las siguientes variaciones para este análisis (cuadro 6).

Cuadro 6. Indicadores para el análisis de sensibilidad

Ítem	Variación	Ítem	Variación
Rendimientos	-15 %	Precios agropecuarios	-15 %
Costos de obra	+10, 20 y 30 %	Costos de producción	+15 %
Costos de obra	+10, 20 y 30 %	Costos de producción	+15 %
Tiempo de construcción de las obras	+ 1 y 2 años	Área predial adecuada	+/-10 %

Los cálculos de sensibilidad serán independientes con respecto a cambios porcentuales negativos en los rendimientos (los precios de productos agrícolas y pecuarios) y positivos en los costos de producción agropecuarios y el costo de obras. Tales porcentajes podrán ser ajustados de acuerdo con las tendencias económico-productivas del momento en que se haga la evaluación y al criterio del organismo ejecutor. También se deben considerar (para el análisis de sensibilidad) la disminución del área de riego adecuada y el retraso en la ejecución de las inversiones.

- Indicadores financieros por calcular con el análisis de sensibilidad
 - Valor presente neto a precios de mercado (VPNF).
 - Tasa interna de rendimiento a precios de mercado (TIRF).
 - Relación beneficio-costo a precios de mercado (B/C)F.

- Flujo de fondos

El flujo de fondos para la evaluación financiera del proyecto estará basado en la valoración a precios de mercado a nivel del productor o en finca, en valores constantes del año en que se realiza la evaluación de los ingresos y de los egresos actuales y proyectados a 30 años, generados y causados, por la construcción y operación del proyecto y por el desarrollo de las actividades productivas, correspondientes al plan de producción.

Para su elaboración, se incorporarán los resultados de los estudios básicos y los planes de producción agropecuaria, de ingeniería, de manejo ambiental, organización y manejo integral, etc.

Como fundamento, se debe presentar el flujo detallado de costos y beneficios del proyecto, y las respectivas memorias de cálculo en anexo separado y en medio digital.

5.4.2.2. Análisis financiero de fincas tipo

El análisis financiero de las fincas tipo tendrá como objeto determinar, desde el punto de vista financiero, la incidencia que la ejecución del proyecto tendría sobre los ingresos y egresos familiares de los agricultores usuarios potenciales del proyecto a nivel de cada finca representativa, determinada por el plan agropecuario, y con base en dichos resultados determinar si sus fondos generan capacidad de pago suficiente de sus acreencias y obligaciones, y, en consecuencia, determinar el incremento de los niveles de ingreso en cada unidad de explotación.

Para mostrar lo anterior, se debe presentar el flujo de caja correspondiente de cada finca tipo durante un tiempo mínimo de veinte (20) años. Se deberán calcular los indicadores: valor presente neto del beneficio, VPN del beneficio incremental, tasa interna de rentabilidad (TIR), relación beneficio-costo (R: B/C), capacidad de pago o capacidad financiera, beneficio del agricultor, ingreso familiar en efectivo disponible, requerimientos de incentivos o de subsidios y requerimientos de crédito.

La tasa de descuento para el cálculo de los indicadores señalados debe reflejar el costo de oportunidad financiero del capital privado. Como se trabajará con precios constantes del año cero, una tasa de interés real mínima puede ser obtenida aplicando la respectiva fórmula y usando como valores de interés corriente el DTF (anual efectivo para la fecha de análisis), la tasa de inflación representada por el IPC, correspondientes al citado año cero (el anterior al año en que se están realizando los cálculos), una utilidad mínima esperada por el productor y una tasa sugerida, como prima de riesgo.



Foto: Erika Lothes Bernal

En el flujo de caja se deben tener presentes, entre otros aspectos, los resultados de la situación agropecuaria actual, el plan agropecuario, las cargas que genera la situación con proyecto, como los costos agropecuarios, la amortización de las inversiones por obras civiles y prediales del proyecto, teniendo en cuenta la legislación vigente en este sentido, los créditos y sus intereses, la operación y el mantenimiento del proyecto de adecuación, los impuestos prediales, los costos ambientales, el valor de los retiros básicos o canasta familiar en efectivo, y demás ingresos y egresos propios de la respectiva explotación y unidad familiar.

Se deben tener presentes, para cada una de las fincas tipo, sus rendimientos crecientes, precios, el tamaño de cada finca y todos los costos de producción agropecuarios y los subsidios de acuerdo con el tamaño de la finca y el tipo de productor (pequeño, mediano o grande), determinados según la legislación vigente.

Para los subsidios se debe tener presente el tipo de productor (tamaño del predio respecto al tamaño de la UAF), las disposiciones del organismo ejecutor público o quien haga sus veces, y las normas del Fondo Financiero Agropecuario y demás normatividad vigente.

Se deberá evaluar, a precios de mercado y a nivel de finca, el beneficio neto incremental de cada finca tipo, resultante de la comparación de la situación actual o sin proyecto y la situación con proyecto, durante el periodo de análisis (20 años). Este análisis se realizará a precios constantes.

En el caso de presentarse una situación deficitaria de caja para el agricultor al inicio del proyecto, se deberán presentar alternativas de solución que permitan aliviar su situación coyuntural, teniendo en cuenta la posibilidad de diferir sus acreencias para superar esta situación inicial o sugerir mayores subsidios o incentivos. Para lo anterior, hay que tener presente las normas de crédito vigentes y su normatividad correspondiente.

Parámetros

Se considerarán los mismos parámetros enunciados para la evaluación financiera del proyecto, adicionando algunos que son específicos para la evaluación a nivel de las fincas tipo, así:

- Unidad de análisis

La unidad de análisis será el área total de la finca tipo y la unidad familiar que la explota.

- Costo del capital

Como costo del capital obtenido con recursos de crédito, se considerará el DTF más 4 puntos (o el que

esté definido en la normatividad vigente en el momento de la realización del estudio) para los pequeños productores, y el DTF más 8 puntos para los medianos y grandes productores, o sea lo establecido para créditos con recursos de Finagro.

– Tasa de inflación

La tasa de inflación, empleada como referencia para medir y comparar la bondad financiera real de las inversiones en que deben incurrir los productores para el óptimo aprovechamiento del riego, será la registrada por el DANE para el año inmediatamente anterior al año en que se realiza el estudio.

– Precios

Todos los precios, tanto de los insumos como de los productos considerados, serán a nivel finca o del productor y en pesos corrientes para el año en que se realiza el estudio, manteniendo valores constantes para el total del periodo de análisis.

– Vida útil del proyecto

La vida útil u horizonte del distrito dependerá de la duración de la infraestructura de riego; se recomienda un periodo de análisis de 20 años, aunque este dependerá de la actividad productiva propuesta y se fijará de acuerdo con el organismo ejecutor.

– Producción, ingresos y costos

La etapa de operación del distrito abarca desde su entrada en operación hasta el final de su funcionamiento (año 25 al 30), tiempo durante el cual es posible el riego de los cultivos del proyecto por parte de los usuarios.

Para proyectar los flujos de fondos correspondientes a esta etapa, se determinarán los ingresos, los costos y el ingreso neto de la producción agropecuaria (vendida y para autoconsumo de las unidades familiares), con la información generada en el plan agropecuario.

Dentro de la estructura del total de los costos de producción agropecuaria incluidos en el flujo de fondos, no se consideran los rubros correspondientes a intereses o costos del capital, impuestos ni transferencias, sino que estos se incluyen como rubros separados dentro de los flujos de fondos.

La producción anual será calculada teniendo en cuenta las áreas proyectadas en el plan agropecuario para cada cultivo, la explotación, el año y los rendimientos incrementales estimados, de acuerdo con el ciclo de cada cultivo o explotación.



Foto: Erika Lothes Bernal



• **Variables básicas**

Las variables que servirán de soporte para el desarrollo de los flujos de fondos y para la determinación y valoración de los indicadores correspondientes, a nivel de las fincas tipo, serán las mismas definidas para la evaluación financiera del proyecto, adicionando las específicas para la evaluación a este nivel, de la siguiente manera:

– Ingresos

Las variables que representan los ingresos familiares, están conformadas por:

- * Recursos para inversiones iniciales de obras del proyecto: corresponden al monto total destinado a las inversiones en cada finca tipo, el cual se define, proporcionalmente, a partir del monto total para el proyecto y el área por beneficiar de cada una de las fincas tipo que no representan salida de efectivo para el productor, ya que realizará el pago de esta al organismo ejecutor a través de la recuperación de inversiones, incluyendo la cuota inicial de las inversiones por recuperar. Hace referencia a las inversiones que efectivamente pagará el productor en su predial y los costos de la adecuación predial que deben asumir los usuarios del distrito con recursos propios o recursos de créditos.
- * Incentivos y subsidios: corresponden al valor de las inversiones hechas por el Estado con recursos no reembolsables para los productores, cuyos montos serán calculados de acuerdo con la legislación vigente (Ley 41 de 1993). Además, se debe determinar si dichos subsidios son suficientes o si se requiere un mayor valor.
- * Crédito para inversión: recursos de crédito que deben obtener los usuarios para financiar las inversiones de materialización del proyecto.
- * Crédito para inversión y capital de trabajo agropecuario: recursos de crédito que deben obtener los usuarios para financiar las inversiones de las explotaciones agropecuarias para capital de trabajo.
- * Recursos propios: teniendo en cuenta que los usuarios deben sufragar con sus recursos, se trata de la parte de las inversiones y de los costos de producción agropecuaria que —de acuerdo con la legislación vigente, las condiciones establecidas por los organismos financieros o según las características de las estrategias de producción de estos productores— no son entregados como crédito o como incentivos o subsidios y tampoco requieren de financiamiento, por ser asumidos con recursos propios de la unidad familiar. Dichos valores serán determinados para cada una de las fincas tipo como recursos propios de los productores. Los recursos propios más importantes que se requiere considerar para el desarrollo de las actividades

productivas serán el empleo de la mano de obra familiar y el uso de la tierra propia.

- * Ventas: valor de la producción anual vendida, tanto agrícola como pecuaria, en la situación actual y la esperada con el proyecto, durante la vida útil considerada (20 años).
- * Autoconsumo: representado por el valor monetario de los productos agropecuarios, extraídos de la unidad de explotación, que serán destinados a la alimentación de la familia, a la alimentación de animales o que son utilizados como semilla para la siguiente cosecha y que representan ingresos dentro de la estrategia económica de la unidad familiar. Estos valores serán determinados para cada una de las fincas tipo.
- * Incentivos y subsidios: corresponde al valor de las inversiones hechas por el Estado con recursos no reembolsables para los productores, cuyos montos serán calculados de acuerdo con la legislación vigente (Ley 41 de 1993). Además, se debe determinar si dichos subsidios son suficientes o si se requiere un mayor valor.
- * Otros ingresos: aquellos generados por actividades agropecuarias o no agropecuarias que el productor o los miembros de su familia desarrollan dentro o fuera de su unidad de explotación, pero que pueden ser utilizados para el financiamiento de las actividades productivas de la explotación, como el arriendo de tierra propia, el trabajo como jornaleros, los ingresos obtenidos por actividades comerciales (negocios), etc., correspondientes a cada grupo de productores representados por las diferentes fincas tipo.

– Egresos

Los egresos (pagos que deberán hacer los usuarios para sufragar las distintas actividades, tanto de construcción como de operación del proyecto y de la producción agropecuaria) estarán representados por:

- * Inversiones: se considerará el total de las inversiones requeridas para la materialización y operación correspondiente a cada finca tipo, desagregados en recursos como aportes del Estado o de otras organizaciones, recursos propios aportados por los productores y recursos de crédito. Estos valores serán determinados, para cada finca tipo, en forma proporcional al área beneficiada de cada una de ellas. Igualmente, serán determinadas e incluidas las inversiones anuales requeridas para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias (actividades productivas), de mediano y largo plazo, las cuales corresponden a la implantación de cultivos permanentes, beneficiaderos, infraestructura y maquinaria y recursos para la reposición de los componentes de inversión iniciales del proyecto y de las actividades productivas, etc., estableciendo los totales para cada una de las fincas tipo. También

- se considerarán inversiones en infraestructura para el manejo de la poscosecha y la comercialización.
- * Costos de producción de las actividades productivas: se considerará el total de los costos anuales de las actividades productivas de corto plazo, al igual que las de sostenimiento de las explotaciones permanentes o de duración de un año o más. Los valores serán cuantificados para cada una de las fincas tipo.
 - * Servicio de la deuda: incluye los montos por concepto de la devolución del capital recibido como crédito, más el costo o interés generado por el uso del mismo a la tasa establecida para cada rubro, expresadas en términos reales, según sean cultivos transitorios o permanentes, durante el periodo considerado, totalizando dichas obligaciones anuales, para cada año de operación del proyecto durante su vida útil. Los valores serán determinados para cada una de las fincas tipo.
 - * Retiros básicos o valor de la canasta familiar en dinero en efectivo: representará el monto de dinero que los jefes de hogar (productores o beneficiarios) pagan en efectivo durante el año, para cubrir los gastos de sostenimiento de la unidad familiar, y que son extraídos de la producción de la finca y demás ingresos familiares, los cuales se determinarán en campo con la participación de los productores.
 - * Costos del plan de manejo ambiental: los valores para cada una de las fincas serán determinados en proporción al área por beneficiar con el proyecto de cada una de ellas, a partir del monto definido en el estudio correspondiente al PMA.
- Costos para el manejo integral del distrito
- * Costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto: corresponden a los valores que deben pagar los usuarios del distrito para sufragar los costos anuales de administración, operación y mantenimiento del proyecto. Para cada una de las fincas tipo, se determinarán de acuerdo con el área por regar y los cultivos y explotaciones por desarrollar en cada finca tipo, representados en los montos de las tarifas fija y volumétrica.
 - * Cuota parte de recuperación de inversión correspondiente a cada finca tipo: los valores de las cuotas de recuperación, para cada una de las fincas tipo, serán determinados de acuerdo con el tamaño de cada una de ellas, teniendo en cuenta el tamaño de la UAF, la legislación vigente y la extensión de su área que se beneficiará.
 - * Otros egresos: al igual que para el caso de los ingresos, se deja la posibilidad de incluir otros egresos, originados por las actividades del proyecto (impuestos, por ejemplo).
 - * Indicadores para la cuantificación y análisis de los resultados financieros, a nivel de las fincas tipo; se determinarán e interpretarán los siguientes indicadores:
 - Capacidad financiera o capacidad de pago: muestra la disponibilidad de dinero efectivo que actualmente tienen y que tendrán los usuarios, durante los años de operación del proyecto, para pagar sus obligaciones (financieras, fiscales o para sufragar los gastos generados por el proyecto y las actividades productivas, etc.), calculado en distintos momentos del desarrollo de las actividades del proyecto. El resultado de este indicador permitirá saber si se garantiza o no que los usuarios puedan pagar las obligaciones que les corresponden, lo cual hace o no viable la construcción del proyecto.
 - Ingreso disponible después de cubrir obligaciones: muestra el monto de los recursos en dinero en efectivo con los que contarán los usuarios potenciales del distrito, después de cubrir las obligaciones originadas por el proyecto, las actividades productivas y los gastos de sostenimiento de la unidad familiar, para sufragar cargas fiscales, demás impuestos de ley y para inversión, ahorro o capitalización.
 - Requerimientos de incentivos o subsidios: proyectos considerados inversiones sociales del Estado. Se deberá determinar el monto o el porcentaje del valor de las inversiones que deberán ser objeto de incentivo o subsidio por parte del Estado, según los tipos de usuarios o productores (pequeño, mediano y grande), para que las inversiones requeridas para la materialización del proyecto les sean atractivas.
 - Requerimientos de crédito: se debe determinar el monto o el porcentaje del valor de las inversiones (créditos de mediano y largo plazo) y de los costos de producción (créditos de corto plazo) que deben ser objeto de crédito, según tipos de usuarios o productores (pequeño, mediano y grande).
 - Beneficio incremental del productor: muestra el valor monetario correspondiente a los recursos y productos anuales adicionales que obtendrá el productor por las actividades productivas desarrolladas con la utilización del proyecto y que podrá emplear para su sostenimiento y el de la familia, y como excedente para reinversión, ahorro o capitalización.
 - Valor presente neto del beneficio incremental: para las fincas tipo, descontado a una tasa definida para el capital privado por el consultor, para 20 años de evaluación del proyecto.
 - Relación beneficio-costo: se determina descontando los valores a la tasa definida para el capital privado por el consultor, para 20 años de vida útil del proyecto.
 - Tasa interna de retorno financiera (TIRF): indica la rentabilidad esperada de los recursos requeridos para el desarrollo del proyecto y de la producción, correspondiente a cada finca tipo.
 - Volumen de la producción incremental: determina el volumen incremental que se obtendrá mediante la ejecución del proyecto, con lo cual se logrará el aumento en los ingresos de los beneficiarios y de la oferta de alimentos o de materias primas para la industria.



UNIDAD DE PROMOCIÓN Y ASesoría RURAL
ZONAS DE INTERÉS
Elaborado por el equipo de trabajo de la Unidad de Promoción y Asesoría Rural
© 2014

uprc
Unidad de Promoción y Asesoría Rural

Foto: Archivo UPRA

- Valor de la producción incremental: determinará el valor incremental anual que se obtendrá mediante la ejecución del proyecto, con lo cual se logrará el aumento en los ingresos de los beneficiarios y en el producto interno bruto agropecuario (PIBA).
- Generación de empleo productivo: determinará la cantidad de jornales y de empleos anuales (considerando 240 jornales/persona/año como pleno empleo rural) que se generarán como resultado de la construcción, operación del proyecto y del desarrollo del plan de producción agropecuaria, representados en cada finca tipo.
- Flujos de fondos para el análisis financiero de las fincas tipo: estarán basados en la valoración (a precios de mercado constantes para el año en que se realiza el estudio) de los ingresos y de los egresos actuales, proyectados a 20 años, causados y generados por la construcción, la operación del proyecto y por el desarrollo de las actividades productivas correspondientes al plan de producción; también estarán basados en las sumas por amortizar para el pago de las inversiones del proyecto, de las actividades productivas y de los costos de operación y mantenimiento del distrito y de la unidad familiar.

Para cada una de las fincas tipo se cuantificará la producción para los cultivos que se explotan en la actualidad y se valorará a precios de mercado a nivel de finca o del productor, teniendo en cuenta su destino y las formas de comercialización. El plan agropecuario determinará la producción esperada con la utilización del distrito y el estudio de mercado, el valor de la producción anual vendida, a partir de lo cual se establece el valor del ingreso actual, el ingreso esperado con la operación del proyecto y el incremental que, igualmente, se espera obtener.

El plan de ingeniería cuantificará el valor de las inversiones requeridas para la captación, la conducción y la distribución del agua hasta el nivel predial, los costos a nivel predial, los costos de la infraestructura asociada (vías, administración, etc.), los costos e inversiones de los servicios complementarios, los costos ambientales y los costos de operación y mantenimiento para el funcionamiento del proyecto y establecerá el cronograma para su ejecución, el cual se incorpora a los flujos de fondos.

Además de los resultados propios de cada finca tipo (flujos de fondos), se deberán presentar las memorias de cálculo correspondientes para cada finca tipo.

5.4.2.3. Evaluación económica del proyecto

La evaluación económica determinará, a nivel nacional o del país, el impacto económico que el proyecto generará, y si sus aportes son significativos para justificar

el empleo de los recursos escasos de capital y de los demás insumos requeridos para su materialización, para lo cual se deben incorporar los resultados correspondientes a lo descrito a continuación.

La situación sin proyecto o situación actual

Corresponderá a la condición actual, en la cual no se está ejecutando el proyecto. Para este escenario, se deberá tomar el valor presente neto del beneficio neto de los flujos de caja operacional futuros, descontados a la tasa de oportunidad para el capital privado, para un periodo de evaluación de 30 años o el establecido por el consultor, de acuerdo con la actividad productiva y demás condiciones planteadas, en el que no se reflejen variaciones positivas o negativas como producto de alguna inversión de capital asociada a la obra de adecuación de tierras prevista.

La situación con proyecto

Corresponderá a la materialización del mismo y la obtención de mejoras en los ingresos por la utilización del distrito de riego, de acuerdo con el ciclo productivo de los cultivos o explotaciones pecuarias, la vida útil de la maquinaria y equipos, y las inversiones en infraestructura realizadas para el distrito. Para este escenario, se deberá tomar el valor presente neto del beneficio neto de los flujos de caja operacional futuros, descontados a la tasa de oportunidad para el capital privado, para un periodo de evaluación de 30 años, o el establecido por el consultor, de acuerdo con la actividad productiva y demás condiciones del proyecto, en el que se reflejen variaciones positivas o negativas como producto de las inversiones de capital, asociado a la obra de adecuación de tierras prevista.

Para la evaluación económica a precios sombra, precios de cuenta o precios sociales, se requiere incorporar:

- El precio sombra de los productos agropecuarios proviene de la información disponible en el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Banco de la República, los gremios e información de comercio internacional, entre otros.
- El precio sombra de la mano de obra calificada y no calificada provendrá de los resultados del estudio socioeconómico del proyecto, de información disponible en el DNP y el DANE y de valores utilizados en estudios similares recientes.
- El precio sombra de la divisa provendrá de información disponible en el DNP o del valor utilizado en estudios similares recientes.
- El precio sombra de los costos del proyecto y de los costos de producción provendrá de los resultados del plan de ingeniería, de los estudios de costos unitarios, de información disponible en el Ministerio



de Comercio, Industria y Turismo, Procolombia y el DNP. Los costos del plan de ingeniería se deben valorar a precios económicos o sombra, para lo cual se deben identificar los costos de la mano de obra (calificada y no calificada), el componente importado y el componente nacional.

Para la evaluación económica, se debe considerar como mínimo:

- Precios sombra de los productos agropecuarios.
- Precio sombra de la mano de obra no calificada y calificada.
- Precio sombra de la divisa.
- Precio sombra de los costos del proyecto y de los costos de producción.
- Análisis de sensibilidad.

Para las evaluaciones a precios económicos y a precios de mercado, se requiere realizar un análisis de sensibilidad para medir, a través de los indicadores, el comportamiento del proyecto frente a posibles cambios en las diferentes variables del mismo, tales como áreas adecuadas, rendimientos, precios de los productos, volumen de la producción, costos de la producción agropecuaria y costos del proyecto.

Este análisis determinará si los beneficios incrementales generados por el proyecto son superiores a los costos totales invertidos en él, con base en los precios económicos, precios sombra, precios sociales o precios de cuenta, valorados a precios constantes de la situación con y sin proyecto (actual).

Parámetros y criterios

Para la valoración a precios sombra o evaluación económica, se consideraron los siguientes parámetros o criterios:

- Costo de oportunidad del capital o rentabilidad esperada por el productor

Este valor se ha definido en el 12 % anual. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las condiciones económicas del país han cambiado en los últimos años, especialmente en lo relacionado con las tasas de interés, y que dicha tasa de oportunidad puede estar sobrevalorada para las condiciones económicas actuales colombianas, por lo que se recomienda recalcular.

- Precios

Todos los precios, tanto de los insumos como de los productos considerados, son a nivel finca o del productor.

- Vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto u horizonte para la evaluación económica del proyecto será de 30 años, teniendo en cuenta el ciclo productivo de los cultivos, de las explotaciones pecuarias, la vida útil de la maquinaria y equipo y de las inversiones en infraestructura del distrito.

- Producción, ingresos y costos

Para la situación con el proyecto, la estimación de los ingresos y de los costos se hará para un periodo de 30 años. Se considerarán las etapas de construcción, tiempo en el cual se genera la explotación de los cultivos bajo la modalidad y la etapa de operación del proyecto, comprendida desde la entrada en operación hasta final del funcionamiento del proyecto de riego (año 30), tiempo durante el cual es posible el riego de los cultivos del proyecto por parte de los usuarios. Para proyectar los flujos de fondos correspondientes a esta etapa, se tomará el costo e ingreso neto de la producción agropecuaria, establecidos en el plan agropecuario.

Durante la etapa de construcción, la estimación de los ingresos y de los costos del proyecto se efectuará considerando las áreas sembradas en la situación actual, los precios de los productos en finca y los costos de producción estimados en la situación actual.

Dentro de la estructura del total de los costos de producción agropecuaria incluidos en el flujo de fondos, no se consideran los rubros correspondientes a intereses o costos del capital, impuestos ni transferencias.

- Variables básicas

Las variables que servirán de soporte para el desarrollo del flujo de fondos y la determinación y valoración de los indicadores de evaluación serán:

- Ingresos: las variables estarán conformadas por:
 - a. Ventas: valor anual de la producción esperada en área por beneficiar y comercializada por la totalidad de los usuarios potenciales del distrito, tanto agrícola como pecuario, en la situación actual y con el distrito, durante la vida útil del mismo.
 - b. Otros ingresos: esta variable se requiere incluir, ante la posibilidad de la existencia de algunos otros ingresos generados por las actividades agropecuarias con el uso del riego, que los productores desarrollen y que formen parte de los ingresos anuales obtenidos por los usuarios potenciales del distrito, como resultado de la explotación de las áreas por beneficiar.
- Egresos: están representados por lo mencionado a continuación.
 - a. Inversiones: pagos para compra de tierra, compra de maquinaria y vehículos requeridos para la administración, operación y mantenimiento del proyecto de riego, valor de las inversiones de reposición de maquinaria y equipos, inversiones de los servicios de apoyo a la producción, inversiones de las obras de los sistemas prediales de riego y drenaje, adecuación a nivel predial, inversiones para el manejo de los impactos ambientales, desarrollo del plan de producción agropecuario e inversiones en maquinaria agrícola.

Para el estudio económico, se adoptarán los porcentajes de componente externo y componente nacional, que serán definidos por el consultor de acuerdo con los estudios de ingeniería y serán presentados en el cuadro 7.

Cuadro 7. Porcentajes de componente externo y nacional

Componente		%
Externo		
Nacional	Total	
	Mano de obra calificada	
	Mano de obra no calificada	
	Otros	

- b. Costos de producción: total de los costos anuales de las actividades productivas de corto plazo, al igual que las de sostenimiento de las explotaciones permanentes o de duración de un año o más.
- c. Costos de operación, administración y mantenimiento del proyecto: monto de los costos anuales de operación y mantenimiento; se incorporará para cada año.

Tanto los beneficios como los costos del proyecto se discriminarán y distribuirán durante el periodo de evaluación de 30 años y deberán tener una fecha común de análisis para que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente.

Los precios paritarios de importación y exportación se deben valorar para el largo plazo, y los precios de los productos transables internacionalmente se deben establecer para una situación normal, eliminando las inflexiones cíclicas de la economía.

Este análisis debe estar fundamentado en la situación agropecuaria actual, el plan agropecuario, el estudio de mercadeo y comercialización, el plan de ingeniería, los costos de operación y mantenimiento, las inversiones ambientales, los equipos requeridos y en general, en todos los componentes que directamente incidan en los beneficios o costos del proyecto, durante el periodo de evaluación.

Se tomarán en cuenta las áreas de cada cultivo, sus rendimientos incrementales, sus precios y demás componentes que incidan directamente en los beneficios y en los costos, tanto individuales como totales del proyecto, valorados a precios económicos.

Los precios de mercado presentan una serie de deformaciones económicas que deben corregirse

para deducir los precios económicos, como intereses, impuestos, subsidios y otros aspectos que pueden ser transferencias, como cuotas de fomento, si es el caso, y arrendamientos.

Para el análisis económico, se debe excluir de los patrones de costo la cuota parte de operación y mantenimiento, la cual se involucrará en el flujo del proyecto como un ítem independiente. En los patrones del plan agropecuario, los aspectos mencionados anteriormente deben estar debidamente especificados.

Los préstamos y sus pagos no se deben incluir en el flujo del proyecto, aunque deben contemplarse todas las inversiones y beneficios del proyecto.

Se deberá tener presente la correspondencia de ingreso de áreas adecuadas con el desarrollo del plan agropecuario, a fin de no presentar discrepancias en este aspecto. Los ingresos y los costos se calcularán a nivel de finca.

La metodología utilizada en todo el proceso deberá ser la comúnmente aceptada por organismos internacionales de crédito, como el BIRF o el BID, y nacionales, como la ADR y el DNP.

Aspectos específicos de la evaluación económica

Se deben describir los supuestos tomados para realizar la evaluación económica, de tal manera que estos se puedan constatar. En los aspectos específicos deberá tenerse en cuenta, como mínimo, lo siguiente:

- Precios paritarios económicos de importación o exportación, para aquellos productos del proyecto que se transan internacionalmente.

El ajuste para tener en cuenta las distorsiones de los precios de artículos comercializados en el mercado internacional se hace de la siguiente manera (Price Gittinger, 1987):

El valor económico de un artículo comercializado (ya sea de una importación o exportación) a nivel de finca o en el lindero del proyecto es su valor de paridad de exportación o importación. Esos valores se obtienen ajustando los precios CIF (costo, seguro y flete) o FOB (libre a bordo) a valores económicos, para tener en cuenta todos los cargos pertinentes (convertidos también a valores económicos) entre el nivel de la finca o el lindero del proyecto y el punto en el que se cotiza el precio CIF o FOB, o sea, los costos de transporte interno y los de comercialización entre el punto de importación o exportación y el lugar del proyecto.

Si el proyecto propuesto produce algún sustituto de un bien importado, el valor para la sociedad es el de las divisas economizadas al utilizarse el producto nacional valorado al precio en la frontera, en este caso el precio CIF.

Pero si el proyecto utiliza artículos que de otro modo podrían haberse exportado, entonces el costo de oportunidad para la sociedad de esos artículos lo constituyen las divisas perdidas como consecuencia de las exportaciones a las que se renuncia, valoradas a precios de frontera, en esta ocasión el precio FOB. Para efectuar los cálculos, se requiere el precio económico de la divisa.

- Los beneficios y los costos de los productos agropecuarios que no se transan internacionalmente se valorarán a precios del productor o a nivel de finca, deduciendo el valor de las transferencias de los costos respectivos (arrendamientos, impuestos, intereses, subsidios, etc.).

Para ajustar las imperfecciones de mercado (tales como situaciones monopolistas, precios políticos, transferencias impositivas, etc.), se ajustarán los costos agropecuarios, los de inversión y todos los demás del proyecto para convertirlos en precios económicos o precios cuenta.

Los costos de producción o patrones de costos de los productos evaluados a precios paritarios se valorarán a precios económicos o cuenta, desagregándolos de la forma que muestra el cuadro 8.

Cuadro 8. Patrones de costos

Cultivo	Precios de mercado	Precios económicos
	Total nal. ext.	Total nal. ext.
Mano de obra no calificada		
Insumos		
Equipo		
Transferencias		
Otros		
Total		

$$RPC \text{ (razón precio cuenta)} = \frac{\text{(total precio económico)}}{\text{(total precio de mercado)}}$$



Foto: Erika Lothes Bernal



- Si en los patrones de costos se toma el precio económico de la mano de obra no calificada, este hecho se anotará para hacer claridad sobre el particular.
- La metodología anterior se utilizará para definir lo correspondiente al costo de las inversiones en obras y a los costos de operación y mantenimiento.
- Los insumos, equipos, maquinaria y otros rubros de costos se desagregarán en componente nacional y componente externo. Este último se afectará por el precio social de la divisa.
- Otros costos y beneficios, así no tengan demasiado peso dentro de los totales del proyecto, se valorarán a precios de mercado, indicando este hecho.

En caso contrario, se calcularán los precios cuenta, de acuerdo con lo descrito anteriormente.

Parámetros nacionales para tener en cuenta

Se tendrán como parámetros nacionales los siguientes:

- Tasa social de descuento: 12 % anual. Sin embargo, se recomienda replantear y recalcular este valor, para ajustarlo a las actuales condiciones económicas del país de acuerdo con el DNP.
- Precio social de la divisa: se debe consultar a la Unidad Agraria del DNP, teniendo en cuenta que el numerario de la evaluación es consumo.
- Precio social de la mano de obra no calificada: debe ser calculado para la región, teniendo en cuenta el nivel de empleo de la zona rural del proyecto y los salarios pagados en la misma. Se deberán presentar las memorias de cálculo y la sustentación de la metodología y supuestos empleados.
- Se deben hacer cálculos de sensibilidad independientes con respecto a cambios porcentuales en los rendimientos, precios de productos agrícolas y pecuarios, costos de producción agropecuarios, costo de obras, retraso y adelanto en el programa de inversiones, a fin de determinar la solidez del proyecto frente a estas situaciones.

Para este análisis, se deberán utilizar las variaciones presentadas a continuación (cuadro 9).

Cuadro 9. Índices de variación para análisis de costos

Ítem	Variación	Ítem	Variación
Rendimientos	-15 %	Precios agropecuarios	- 15 %
Costos de obra	+10, 20 y 30 %	Costos de producción	+ 15 %
Tiempo de construcción de las obras	± 1 y 2 años	Área adecuada predial	± 10 %

Los cálculos de sensibilidad serán independientes con respecto a cambios porcentuales negativos en los rendimientos para los precios de productos agrícolas y pecuarios, y positivos para los costos de producción agropecuarios y el costo de obras, porcentajes que podrán ser ajustados de acuerdo con las tendencias económico productivas del momento en que se realice la evaluación y al criterio del organismo ejecutor.

También se deben considerar (para el análisis de sensibilidad) la disminución del área de riego adecuada y el retraso en la ejecución de las inversiones.

Indicadores económicos por calcular:

- Valor presente neto a precios económicos (VPNE).
- Tasa interna de rendimiento a precios económicos (TIRE).
- Relación beneficio-costos a precios económicos (B/C) E.

Como fundamento de lo anterior, se debe presentar el flujo de costos y beneficios del proyecto.

Se deben presentar las respectivas memorias de cálculo en anexo separado.

5.4.2.4 Evaluación de los beneficios sociales

Finalmente, se debe realizar la evaluación del impacto del proyecto sobre el mejoramiento de las condiciones

sociales de la población o el beneficio social, representado en la generación de empleo productivo, los volúmenes de producción incremental (producción de alimentos y de materias primas para la agroindustria), el valor de la producción incremental (generación de ingresos y contribución a la formación del producto interno bruto agropecuario local y regional) y el mejoramiento de las condiciones ecológicas y del medioambiente.

5.4.3. Flujo de fondos a percibir por la asociación de usuarios

Teniendo en cuenta que la asociación de usuarios recibirá de estos las cuotas por tarifas básicas (fijas) y de aprovechamiento para atender el normal funcionamiento del distrito y, a su vez, enfrentará los costos de prestación de administración del distrito, administración de la misma asociación, conservación de la cuenca aportante, etc., se deberá elaborar el flujo de los ingresos, que resultarán del cobro de las cuotas por administración y mantenimiento del distrito y de los egresos para la asociación de usuarios, y demostrar que los ingresos se encuentran balanceados con los egresos equivalentes, proyectando el sostenimiento del distrito.

Se requiere elaborar y presentar, para el periodo de evaluación del proyecto, el flujo de fondos correspondiente a las mencionadas cuotas.

5.4.4. Requerimiento y escalamiento de las inversiones del proyecto

Se requiere realizar el escalamiento de las inversiones, el cual se refiere al flujo de fondos requerido por el proyecto, a precios corrientes, del total de las inversiones discriminadas anualmente. Estos rubros estarán constituidos básicamente por los costos de las obras civiles, dotación de maquinaria y equipos, interventorías, estudios y diseños, imprevistos, inversiones ambientales, capacitación y asistencia técnica y en general todos los demás costos, para los cuales se requiere contar con los recursos para mantener y operar el distrito.

Para establecer o determinar el escalamiento de las inversiones, se deberá adoptar el escenario inflacionario y de tasa de cambio disponible en la página web del DNP, sobre este escenario y la distribución de las inversiones en su componente nacional e importado estimadas.

Los supuestos por adoptar serán definidos por el consultor, para los años considerados (cuadro 10).

Cuadro 10. Inversiones del proyecto

Parámetros	Años		
Inflación esperada (%)			
Devaluación esperada (%)			
TRM			
Factor de inflación			

Los componentes anteriores se discriminarán en componentes nacional y externo, con el fin de hallar sus respectivos valores escalados en el tiempo.

Los parámetros de inflación interna y externa y del valor de la divisa en el tiempo deben ser solicitados a la Unidad de Macroeconomía del DNP, al Banco de la República y al DANE.

El flujo respectivo debe llevar los comentarios pertinentes.

5.4.5. Recuperación de inversiones

Se deberá realizar el cálculo de las cuotas de recuperación de inversiones por parte del organismo ejecutor, y de las cuotas parte a cargo de cada uno de los usuarios, con base en los planos y listados catastrales correspondientes al área del proyecto; también será necesario hacer la verificación en campo, teniendo como marco legal la legislación vigente.

5.4.6. Mecanismos de financiación

Se debe establecer el mecanismo de financiación que se ha previsto para el proyecto de adecuación de tierras, considerando que se cuenta con mecanismos de financiación estatal, de acuerdo con la Ley 41 de 1993 y mediante asociación público-privada, cuando sea el caso.

Para financiación estatal, se deberá contar con la aprobación de la fuente de financiación para pasar a la siguiente subetapa de diseños; en el caso de una



APP, se deberá definir el tipo de iniciativa, pública o privada; si es iniciativa con participación del Estado, se deberá establecer la distribución de la participación, la definición de funciones, responsabilidades y aportes de capital, considerando un análisis de riesgos para cada una de las partes de la sociedad; y en el caso de una iniciativa de orden privado, se deberán realizar los análisis económicos y financieros completos, incluido el cierre financiero, identificando las fuentes de financiación y de recuperación de capital, a fin de ser presentados al ente evaluador y poder emitir la viabilidad del proyecto o iniciativa presentada.

5.4.7. Gestión integral

Para garantizar la implantación y el desarrollo de un proyecto sostenible, competitivo y productivo, se requiere desarrollar un plan de gestión integral que permita la integración del proyecto al desarrollo rural del territorio.

Para lograr esto, se deberán desarrollar los servicios complementarios requeridos con el propósito de gestionar e integrar organizaciones al proyecto, a fin de potenciar y fortalecer las organizaciones existentes locales y regionales de cadena o la creación de estas, en caso de ser necesario.

Adicionalmente, se deberá realizar un plan de negocios del proyecto piloto, que sirva de experiencia para el desarrollo del plan final del proyecto productivo del proyecto total. Este plan deberá considerar los aspectos productivos, de poscosecha, comercialización y de gestión comercial y de promoción del proyecto definitivo.

Estas actividades deberán desarrollarse de acuerdo con los lineamientos, criterios e instrumentos de la subetapa de factibilidad propuesta por la UPRA.

5.5. ESCOGENCIA DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE

5.5.1. Alternativa escogida

Se escogerá la alternativa técnica, económica, ambiental, social y financieramente evaluada como la más favorable, siempre y cuando resulte igualmente técnica, social y ambientalmente viable.

5.5.2. Plan de organización del proyecto

Tomando como base la alternativa más conveniente para el proyecto, se establecerá el plan de organización para las fases de preconstrucción, construcción y operación del mismo.

5.5.3. Requerimientos financieros del proyecto

Se calcularán los requerimientos financieros anuales para el diseño detallado de las obras, la construcción

de las mismas, la dotación de maquinaria y equipos, la interventoría, el capital de trabajo incremental y los imprevistos y demás requerimientos para la materialización del proyecto, incluidos los costos ambientales y de los planes o programa de gestión integral del proyecto, como son los requerimientos financieros de los costos imputables al proyecto por concepto de convenios de asistencia técnica, acompañamiento, capacitación, plan de manejo ambiental, acciones en las cuencas, etc.

5.5.4. Análisis financiero para el organismo ejecutor y para el proyecto de adecuación de tierras

Se preparará un análisis financiero desde el punto de vista del organismo ejecutor, cuyo objetivo es evaluar las repercusiones financieras que el proyecto tendrá en el mismo, mediante el análisis de su situación financiera corriente y de la proyección del rendimiento futuro a medida que se ejecuta. Se preparará un análisis financiero desde el punto de vista del futuro proyecto de adecuación de tierras.

5.6. FIRMA DEL ACTA DE COMPROMISO

Una vez constituida la organización provisional de usuarios/beneficiarios y cumplidas las normas para este fin, se suscribirá el acta de compromiso y aceptación de los estudios de factibilidad y continuación de la subetapa de diseños del proyecto de adecuación de tierras.

El acta deberá estar firmada por el presidente de la organización provisional de usuarios, el delegado del organismo ejecutor público y los beneficiarios del proyecto.

5.7. INFORME DE FACTIBILIDAD

A continuación, se presenta una guía general para la presentación del informe de factibilidad, el cual debe cumplir con lo establecido en este manual y la Guía para la etapa de preinversión en proyectos de adecuación de tierras» (Forero *et al.*, 2018).

- Resumen

El informe principal deberá estar precedido de un resumen de tres o cuatro páginas donde se citen los aspectos más relevantes y las conclusiones. Principalmente se hará referencia a la relación del proyecto con las políticas del Gobierno, su localización, límites, área bruta y neta por beneficiar, infraestructura existente, vías de comunicación, clima (temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, etc.), las principales alternativas estudiadas, cultivos y áreas, mercados, número de predios beneficiados y sus áreas, familias beneficiadas directa e indirectamente, empleos generados, impactos ambientales previstos, principales componentes, plazos, costos, organización, beneficios, resultados económicos y principales líneas de acción, todo ello con la misma secuencia del informe principal y de acuerdo con el orden que se indica a continuación.

En los capítulos del informe principal se hará referencia a los anexos en relación con los temas más importantes. El resumen estará acompañado de uno o dos planos reducidos que contengan los componentes del proyecto, con colores o convenciones apropiadas y cuadros condensados ilustrativos.

- Capítulo 1. Introducción
 - Origen de la iniciativa del proyecto y el proyecto en las políticas del sector agropecuario y agrícola del Estado, políticas de seguridad alimentaria y los planes de desarrollo a nivel nacional o departamental
 - Actividades previas realizadas
 - Organismos gubernamentales y otras organizaciones participantes
- Capítulo 2. Antecedentes
 - Ubicación del proyecto
 - Marco jurídico
 - Estudios previos
 - Características y condiciones generales de la zona de estudio
 - Asociación de usuarios
 - Recursos y limitantes para el desarrollo
- Capítulo 3. Concepción del proyecto

En este capítulo se justifica, en términos conceptuales (no económicos), la selección de las alternativas y actividades propuestas con el proyecto. Con base en el análisis realizado en el capítulo precedente, se mencionarán las alternativas estudiadas y se justificará la selección de las soluciones (o estrategias) propuestas.

En el marco de los antecedentes de referencia de la parte precedente, se examinarán ampliamente las oportunidades y limitaciones del desarrollo dentro de los sectores pertinentes. También se debe explicar por qué se ha decidido seguir una estrategia particular para el proyecto y establecer las razones técnicas, sociales y económicas para seleccionarlo.

Se indicará la escala del proyecto propuesto y se explicará la razón para haber elegido dicha magnitud. Deben examinarse los riesgos del proyecto y exponerse las medidas que se han adoptado en la formulación del proyecto y las que deben tomarse en el curso de su ejecución para minimizarlos.

- Criterios de planteamiento y selección de alternativas
- Alternativas evaluadas
- Análisis de oportunidades y limitaciones de desarrollo
- Selección de alternativa(s)
- Magnitud o escala del proyecto y la alternativa seleccionada
- Riesgos de la alternativa seleccionada y medidas de mitigación



Foto: Archivo UPRA

- Capítulo 4. El área del proyecto

En este capítulo se debe proveer la información básica sobre la situación actual en el área del proyecto. Partiendo de una delimitación clara, se presentará información descriptiva e interpretativa de las condiciones y características físicas, económicas, agrícolas, sociales e interinstitucionales.

La información debe ser precisa y resumida, extrayendo los datos más significativos de los anexos, en los que se consignará la información detallada. Luego de la descripción de cada aspecto específico, se deben evaluar las limitaciones y posibilidades que este tiene para el desarrollo futuro, teniendo en cuenta que este análisis constituye la base para la formulación de los objetivos y metas del proyecto.

- Capítulo 5. Estudios sociales y organizacionales

Estos estudios permiten caracterizar la dinámica de las poblaciones beneficiadas, los recursos naturales, las instituciones y organizaciones que se relacionan con los aspectos sociales y culturales.

- Aspectos demográficos
- Aspectos espaciales
- Aspectos culturales
- Aspectos político-institucionales
- Aspectos arqueológicos
- Ordenamiento social de la propiedad
- Asociación de usuarios
- Plan de gestión social

- Capítulo 6. Estudios técnicos

Se deben desarrollar los estudios técnicos requeridos para el análisis de alternativas y prediseños de las obras. Se debe partir de los estudios realizados en la etapa de prefactibilidad y ampliar el nivel de detalle para hacer el análisis de las alternativas identificadas en prefactibilidad y seleccionar la alternativa que será desarrollada en el diseño.

- Climatología
- Hidrología
- Hidrogeología
- Freatimetría
- Cartografía
- Topografía
- Agrología
- Geología, geomorfología
- Geotecnia
- Situación agrícola
- Situación pecuaria
- Situación de ingeniería
- Situación ambiental

- Mercado productos existentes
- Uso actual del suelo

- Capítulo 7. Consideraciones de diseño del proyecto

Este capítulo está destinado a resumir las consideraciones de carácter técnico, económico, social y ambiental que han influido en la selección de la alternativa recomendada en el estudio de factibilidad del proyecto. Se presentarán las alternativas evaluadas y se justificará la seleccionada, en cada aspecto relevante del proyecto.

La elección de las alternativas debe fundamentarse en el análisis de las disponibilidades y requerimientos de recursos (sociales, organizacionales, institucionales, ambientales y técnicos), y se deben sustentar en criterios de diseño debidamente expuestos. Los aspectos más importantes por tratar son los social-organizacionales, de recursos hidráulicos, prediseño de las obras, desarrollo agrícola y el enfoque territorial del desarrollo del proyecto.

- Recursos hidráulicos
- Mercado
- Alternativas del plan agropecuario
- Plan agropecuario
- Alternativas del plan de ingeniería
- Plan de ingeniería
- Programa de desarrollo del proyecto
- Evaluación ambiental y riesgos
- Plan de organización de usuarios
- Plan de manejo integral del proyecto
- Plan de organización del proyecto
- Integración con la región y enfoque territorial

- Capítulo 8. El proyecto

- Objetivos: se enumerarán únicamente los objetivos específicos o particulares del proyecto, por ejemplo, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, elevar el nivel de ingreso de los agricultores, generar excedentes de exportación, elevar el nivel de empleo, mejorar el abastecimiento de alimentos, etc.
- Componentes del proyecto: el objetivo de esta sección es describir las obras del proyecto propuesto y otros componentes que lo integran, partida por partida y categoría por categoría. Debe concentrarse en los aspectos técnicos y describir lo que se va a hacer, con el detalle suficiente para determinar las características, alcance y costo de las diversas medidas propuestas.
- Obras civiles: comprenden obras principales de ingeniería civil, obras menores, canales, puentes, vías de acceso, etc.
- Equipo y maquinaria: contempla la provisión de equipo, maquinaria, vehículos y otros bienes de capital para la operación y mantenimiento del proyecto.
- Desarrollo de fincas: incluye la provisión de crédito a mediano y largo plazo a los agricultores, para la

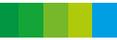


Foto: Erika Lothes Bernal

construcción de obras a nivel predial, adquisición de equipos y maquinaria, establecimiento de cultivos permanentes, etc., y la provisión de crédito a corto plazo para cubrir los costos adicionales de producción, resultantes de la intensificación de las actividades agropecuarias y de la incorporación de nuevas áreas de cultivo.

- Servicios de apoyo: se refiere a las acciones del proyecto que permitan crear o fortalecer los servicios de apoyo necesarios para la adecuada ejecución de este. Figuran entre ellos el crédito, la extensión agrícola, la asistencia técnica, la investigación, la provisión de insumos, el procesamiento agroindustrial, los canales de mercadeo, etc.
- Costos del proyecto: deben ser estimados con el mayor grado de exactitud posible para la subetapa de factibilidad, o sea, el suficiente para discriminar adecuadamente entre alternativas. Dichos costos constituyen la base para la propuesta de financiamiento y para el análisis de su viabilidad económica y financiera.

Las estimaciones deben incluir todos los costos de inversión y los costos incrementales de operación y conservación incurridos durante el periodo de ejecución del proyecto. Los costos totales serán desagregados en sus componentes externo (gastos directos e indirectos en divisas) y local (gastos en bienes y servicios de origen nacional).

Dependiendo del grado de exactitud asumido en cada caso o rubro, se estimarán separadamente las contingencias o imprevistos físicos que correspondan. En el nivel de factibilidad se requieren estimaciones de escalamiento de precios (efectos inflacionarios) y todos los costos deben ser calculados a precios corrientes de una misma época.

La presentación de los costos del proyecto en el informe principal debe ser resumida y debe estar acompañada de un cuadro ilustrativo.

- Capítulo 9. Evaluación ambiental y riesgos

Breve descripción de la caracterización ambiental, impactos identificados, zonificación de manejo, medidas, acciones u obras de manejo, control, restauración, compensación ambiental que incluya costos y cronogramas de actividades. Identificación de la autoridad ambiental competente y la necesidad o no de licencia ambiental y otros permisos, concesiones o autorizaciones que deberán tramitarse para el proyecto.

- Capítulo 10. Organización y administración

Este capítulo contendrá las propuestas para la ejecución del proyecto, destacando el papel del organismo ejecutor público o el originador de la iniciativa y el acta de

compromiso con los beneficiarios que se beneficiarán del proyecto. Se deberá señalar qué entidades participarán, cuáles serán sus responsabilidades y cómo las cumplirán en función de sus atribuciones actuales, personal, equipo, presupuesto, etc. Esta información resumida será extraída del anexo institucional. Asimismo, se describirán los convenios previstos para la coordinación entre instituciones, y el alcance y propósito de eventuales contratos u otras formas de vinculación, que sean necesarias para la correcta ejecución del proyecto.

Se deberán tratar los aspectos de construcción, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto de manera que se incluyan los servicios a los agricultores, crédito, mercadeo, comercialización, cadenas, cooperativas, organización y participación de los agricultores, y monitoreo. El énfasis y detalle de cada tema dependerá de su importancia para el proyecto.

De manera ilustrativa, se podrá seguir el siguiente orden:

- Preconstrucción: detallar la forma en que se realizarán los estudios faltantes (diseños detallados), la adquisición de zonas para la construcción de las obras, trámite de permisos, concesiones, licencias de construcción y ambientales y otras actividades previas a la construcción.
- Construcción: explicar la forma en que serán realizadas las obras, según su categoría: obras mayores de ingeniería, obras auxiliares y obras de desarrollo de fincas. Describir las responsabilidades de diseño y supervisión y los arreglos para el empleo de consultores. Establecer las secuencias de construcción y de implementación del proyecto. En caso de considerarse el desarrollo por etapas, estas deberán estar claramente definidas en el alcance y en el tiempo de implementación.
- Operación y mantenimiento: establecer las responsabilidades y arreglos para la organización a nivel de campo, distribución del agua y su control, etc., sistema de mantenimiento, reparación de maquinaria, provisión de energía, etc., establecimiento y recolección de tarifas.
- Plan de gestión integral: evaluar la experiencia y capacidad de las instituciones encargadas. Describir el sistema de operación propuesto y la disponibilidad de fondos y de personal requeridos. Describir las instituciones que se encargarán de la provisión del crédito, su capacidad operativa y experiencia. Analizar los mecanismos institucionales que se hubieran previsto para canalizar la producción adicional del proyecto y la provisión de insumos. Si se contemplan agroindustrias o mercados de exportación, se deberán describir los mecanismos previstos para el efecto y las responsabilidades de los productores al respecto.





Foto: Erika Lothes Bernal

Si se pretende incorporar cooperativas u otras formas organizativas en la ejecución del proyecto, se deberá mencionar la legislación a la que están sujetas, su organización, estructura y los mecanismos que se requieren poner en práctica para su desarrollo. Se deben definir las medidas que se tomarán para hacer efectiva la participación de los agricultores. En particular, se describirá la organización de usuarios y sus relaciones y responsabilidades con la administración del proyecto.

- Monitoreo: contempla los mecanismos de generación de información sobre el progreso del proyecto que permitan tomar decisiones oportunas para mantener el ritmo de ejecución compatible con las metas propuestas.

- Capítulo 11. Desarrollo agrícola y producción

En este capítulo se presentarán los principales resultados que se aspira lograr con el proyecto en el desarrollo de la agricultura o ganadería. En la presentación se podrá seguir el siguiente orden:

- Áreas bajo cultivo, patrones de cultivo, su incorporación gradual en términos físicos, áreas con riego y áreas de secano, etc.
- Evolución de los coeficientes técnicos (rendimientos y otros), su justificación y comparación con otras situaciones similares.
- Cambios en los requerimientos de agua, insumos y maquinaria, etc., y sus implicaciones desde el punto de vista del aprovisionamiento.
- Descripción de los modelos de fincas en términos físicos, su incorporación anual, etc.
- Volumen de la producción, por cultivos, en el año de pleno desarrollo, contrastado con la situación sin proyecto.

- Capítulo 12. Mercados, precios y análisis financieros

- Mercados y precios: el propósito de esta sección es demostrar que la producción incremental generada por el proyecto encontrará efectivamente mercado, así como determinar los precios que los agricultores recibirán por sus productos, de acuerdo con las épocas de cosecha esperadas. Asimismo, se analizarán la disponibilidad y los precios a nivel de finca o del productor, para la adquisición de insumos. La información sobre mercados deberá presentarse en forma separada para cada producto y deberá referirse a los mercados locales, nacionales e internacionales, dependiendo del volumen y destino esperado de la producción. Se harán también consideraciones sobre el sistema de comercialización, las plantas de procesamiento y otros servicios que sean necesarios para la efectiva realización de los productos.



En cuanto a los precios de los productos, la presentación debe referirse a los precios corrientes a nivel de finca, sin proyecciones de efectos inflacionarios. Es importante que tanto los precios como los costos unitarios se refieran a una misma época, claramente establecida en el informe. En los casos que se juzgue necesario, se hará mención a la evolución última de precios o a distorsiones estacionales que puedan haber afectado seriamente la preparación del proyecto.

- Análisis financiero: se efectuarán análisis financieros del impacto del proyecto en fincas representativas y en entidades responsables de la operación y administración del proyecto.

A nivel de finca:

El propósito de este análisis es demostrar que el proyecto ofrece suficientes incentivos a los agricultores para su participación, y que estos alcanzarán una adecuada situación financiera que les permitirá cumplir con las obligaciones del crédito y otros costos adicionales creados por el proyecto (p. ej., tendrán capacidad de pago o capacidad financiera), en particular el reembolso parcial de las inversiones. La presentación de los resultados financieros deberá referirse a la evolución del ingreso neto de cada finca representativa y a su tasa interna de retorno.

A nivel de proyecto:

En esta sección se examinará la situación financiera del proyecto en función de diferentes alternativas de fijación de tarifas y del autofinanciamiento de los costos de operación y mantenimiento, reposición de maquinaria y recuperación de ciertos costos de inversión, si es el caso.

- Capítulo 13. Beneficios y justificación
 - Beneficios: en esta sección se describirán y cuantificarán, en lo posible, los beneficios que se pretenden conseguir con el proyecto. Entre los beneficios figuran las mejoras en eficiencia y productividad alcanzadas, la incorporación de áreas a la producción, la creación de empleo, la elevación del nivel de ingreso de los agricultores ilustrada por los modelos de finca, etc.
 - Análisis económico: el indicador utilizado es la tasa interna de retorno económica calculada para el



periodo de vida útil del proyecto. Para el cálculo de la tasa interna, se cotejarán los beneficios y los costos del proyecto, año por año, evaluados a precios económicos o de cuenta. Los principales precios de cuenta por ser considerados se refieren al valor de la divisa, precios de productos, insumos, tierras y valor de la mano de obra no calificada. Estos valores se obtendrán en el DNP.

Los beneficios principales del proyecto estarán constituidos por el valor incremental de la producción agropecuaria. Los flujos de costos deberán incluir separadamente las inversiones, costos de operación y mantenimiento, costos de reemplazo de equipos y el valor residual de las inversiones. Se estimarán anualmente las provisiones para imprevistos físicos.

Se realizará un análisis de sensibilidad a variaciones en precios, rendimientos y costos que sean compatibles con la magnitud de los imprevistos físicos. También se simulará el efecto de un retardo de un año en alcanzar las metas de producción y se calcularán las variaciones de precios y costos que reduzcan la tasa interna de retorno al valor del costo de oportunidad del capital en el país.

- Otros efectos: se expondrán los efectos del proyecto sobre la distribución del ingreso, el empleo y la migración interna, la nutrición y la salud, el acceso a la tierra y el medioambiente.

- Capítulo 14. Asuntos pendientes

En este capítulo se hará mención a aquellos problemas relevantes que deban ser resueltos o considerados en las siguientes subetapas de preparación y evaluación del proyecto. Estos aspectos pueden relacionarse con las razones básicas del proyecto, con situaciones de política que repercuten en el mismo, de personal de gestión, de la organización de la asociación de usuarios, etc.

Con los resultados del estudio de factibilidad es posible suscribir el acta de compromiso entre el organismo ejecutor público y la respectiva asociación de usuarios, como una condición previa a la contratación del diseño detallado. El estudio permitirá actualizar la inscripción del proyecto en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional (BPIN) del Departamento Nacional de Planeación.

- Anexos

Los anexos al informe sirven de apoyo detallado a este. Si bien, el informe principal se redacta pensando en el lector general, los anexos se examinarán en detalle principalmente por especialistas y deben redactarse pensando en ellos. Los anexos variarán ampliamente según el tipo y la complejidad del proyecto, pero deben consignar en forma clara todos los análisis realizados, las metodologías empleadas y los resultados obtenidos, ya que dichos anexos serán el punto de partida para la siguiente subetapa de diseño detallado.

Los anexos mínimos contemplados serán los que se describen a continuación, los cuales podrán ser integrados en varios volúmenes, dependiendo de la extensión de los temas tratados. Cada anexo estará precedido de un resumen del contenido del mismo:

- Cartografía
- Topografía
- Agrología
- Geología y geomorfología
- Climatología, hidrología y sedimentología
- Freatimetría
- Acuíferos subterráneos (si aplica)
- Cuencas hidrográficas
- Aspectos socioeconómicos
- Aspectos ambientales
- Estudio de evaluación ambiental y riesgos
- Información catastral
- Situación agropecuaria actual
- Situación actual de ingeniería
- Mercados y precios
- Diagnóstico situación actual
- Alternativas plan agropecuario
- Demandas de agua
- Alternativas plan de ingeniería
- Estudios geotécnicos
- Alternativas plan de organización
- Costos del proyecto
- Evaluación de alternativas del proyecto
- Evaluación económica del proyecto y financiera del proyecto y de las fincas tipo
- Servicios complementarios

A close-up photograph of a person's hands holding a detailed road map and a handheld GPS device. The map shows various roads and geographical features, with labels like 'FLANDES', 'CARMEN DE APICALA', and 'SUÁREZ' visible. The person is wearing a light blue shirt. The background is a blurred outdoor setting with green foliage.

Capítulo 6. Etapa de preinversión, subetapa de diseño

6.1. DISEÑOS DETALLADOS PARA PROYECTOS DE PEQUEÑA ESCALA

Esta subetapa solo se surtirá si resulta una alternativa viable desde el punto de vista técnico, social, ambiental y que sea económica y financieramente favorable.

Las obras constitutivas de la alternativa seleccionada serán objeto de diseños detallados para su construcción. El alcance de estos diseños responde a la siguiente descripción: se prepararán los diseños detallados de todas las obras que conforman el proyecto, basándose en los prediseños elaborados para la alternativa seleccionada del estudio de factibilidad. El alcance de los diseños deberá ser suficiente para elaborar los planos de construcción que, junto con las especificaciones técnicas, permitan la ejecución de las obras sin requerirse información o detalles adicionales, salvo en el caso de equipos y elementos electromecánicos especiales, como bombas y motores, compuertas y otros similares de características particulares en que los planos de detalle deben ser suministrados por el fabricante de tales equipos o elementos.

Se revisará la localización de las obras prediseñadas en el estudio de factibilidad y se relocalizarán, si fuere necesario, por modificaciones en su dimensionamiento o en sus alineamientos. Se realizarán todas las investigaciones complementarias que resulten indispensables, particularmente en topografía, geotecnia (incluyendo perforaciones profundas), sedimentología, sísmica y otros aspectos relevantes.

Los planos de construcción de cada obra deberán ser completos y de fácil interpretación, e incluirán despieces de armaduras y detalles constructivos y la definición de todos los elementos y equipos que se incorporen a ellas, tales como compuertas, puentes, grúas, etc. Además, los planos deberán presentarse a escalas establecidas en la subetapa de factibilidad, dependiendo del tipo de plano y del detalle indicado; incluir plantas, vistas frontales y laterales y cortes, que permitan determinar en forma precisa las características de cada estructura individual o de las estructuras típicas, y se acompañarán de un cuadro resumen con la clase, ubicación, abscisado, descripción resumida y dimensiones principales de cada una de ellas.



Todos los planos serán de 0,70 m por 1,00 m, entregados en físico y en medio digital, en formatos DWG. Además de los planos detallados de cada obra y estructura, se presentarán los planos generales de ubicación del proyecto y de localización de cada uno de los sistemas y de cada obra en formato DWG y Shape (SIG), un índice de planos, las fuentes de materiales y su plan de utilización y de acarreo, la localización de referencias topográficas, apiques y otros planos generales que resulten necesarios.

Los planos en esta subetapa de los diseños detallados deben ser suficientes para adelantar los procesos de licitación y de construcción de las obras y de adquisición y montaje de los equipos. En el caso de equipos de diseño especial, los detalles de montaje y de las estructuras complementarias relacionadas con los mismos solo se completarán cuando se haya seleccionado el respectivo fabricante y él haya suministrado las especificaciones correspondientes.

Los planos de las zonas por adquirir para la construcción de las obras, que deberán ser dibujados con base en levantamientos planimétricos de precisión, deberán ser

suficientes para todos los trámites de servidumbres y adquisición de los terrenos. Los planos de construcción deberán contener toda la información requerida para el replanteo de la localización de las obras en el terreno.

Se actualizarán los planes agropecuarios correspondientes o representados por cada una de las fincas tipo, y se establecerán esquemas definitivos de cultivos a nivel total del proyecto, congruentes con el resultado final del plan de ingeniería, definiendo la zonificación de la producción (ubicación de áreas por cultivo) para el proyecto total, indicando para cada finca tipo el número de productores (usuarios potenciales del riego), las áreas (ha) anuales por sembrar con riego de cada cultivo, las rotaciones por realizar, las fechas de siembra, las fechas de las cosechas, los rendimientos incrementales (kg/ha/cosecha o por ha/año) por obtener y el sistema de riego por emplear.

Se actualizará el estudio de mercado y comercialización, se demostrará que las cantidades de cada uno de los productos agrícolas y pecuarios por obtener anualmente en el proyecto tendrán un mercado seguro, indicando

los sitios y momentos de la venta, los potenciales compradores, las cantidades y las características de los productos para comprar por cada uno de ellos, los precios y las formas de pago.

Se definirán y cuantificarán los indicadores económicos de estado de la situación sin el proyecto y se creará o alimentará una base de datos dinámica.

6.1.1. Estudios básicos

Con el fin de realizar los diseños, se requiere adelantar las siguientes actividades, para complementar los estudios básicos realizados en la subetapa de factibilidad:

6.1.1.1. Topografía

Se realizarán levantamientos planialtimétricos cuando se requiera complementar lo ya realizado en la revisión de la factibilidad, para los sitios donde se ubicarán las estructuras hidráulicas. Además, se efectuará el levantamiento planimétrico de las zonas por adquirir y de servidumbres, en razón de la construcción de las obras diseñadas, con sus respectivas alinderaciones.

Para efectuar el diseño de las obras de adecuación predial, se deberá realizar un levantamiento planialtimétrico detallado sobre la totalidad de la superficie por beneficiar con las obras del proyecto. El levantamiento se efectuará para obtener curvas de nivel a intervalos de 0,25 metros para sistemas de aplicación de riego superficial por gravedad y hasta 1,00 metro para los presurizados.

Las condiciones de presentación, anexos y mapas del informe serán las mismas que las de la etapa de factibilidad.

6.1.1.2. Geotecnia

Se realizarán las perforaciones, el muestreo y los ensayos de laboratorio y campo requeridos para complementar y actualizar los realizados en la etapa de factibilidad, en la medida necesaria para establecer la capacidad portante del suelo de fundación, los asentamientos previstos, las condiciones de estabilidad de las obras, laderas y taludes, los peligros de erosión o socavación, la homogeneidad del subsuelo y el estudio de fuentes de materiales y zonas de botadero.

6.1.1.3. Plan agropecuario

La ratificación del plan agropecuario, representado por cada finca tipo, deberá ser factible a mediano plazo, modificando hasta donde sea posible, los factores que están limitando el desarrollo actual agropecuario del área por beneficiar, cuyas metas tengan una razonable probabilidad de alcanzarse o de superarse, y con la flexibilidad necesaria para adaptarse a las variables y condiciones de los mercados, de los precios y del entorno económico.



Foto: Erika Lothes Bernal

Antes de adoptar el plan agropecuario final para el proyecto, este será consultado con los productores, representados por cada finca tipo, a fin de asegurar el compromiso de su adopción, teniendo en cuenta las restricciones a la producción que no serán directamente resueltas por el distrito de adecuación de tierras.

Se deberán determinar las inversiones y los costos anuales relacionados con las actividades de producción y de extensión agropecuaria y del plan de gestión integral del proyecto.

6.1.1.4. Actualización del estudio de mercado y comercialización

Se requiere actualizar el estudio de mercado y comercialización, con el objetivo de demostrar que las cantidades de cada uno de los productos agrícolas y pecuarios por obtener anualmente en el distrito de adecuación de tierras tendrán un mercado seguro, indicando los sitios y los momentos de la venta, los potenciales compradores y las cantidades y las características de los productos para comprar por cada uno de ellos, así como los precios y las formas de pago. Igualmente, se requiere actualizar o ratificar los compromisos adquiridos en la subetapa de factibilidad.

Por otra parte, se requiere ratificar que la producción agrícola o pecuaria propuesta sea coherente con la política nacional de seguridad alimentaria, competitividad y con los planes de desarrollo vigentes; definir los canales de comercialización para de la producción propuesta, indicando el canal más adecuado para la distribución eficiente de la producción del distrito; formular una estrategia para la comercialización, indicando las entidades u organizaciones que proveerán la infraestructura y el transporte requeridos; realizar gestiones con comercializadores y compradores potenciales, y promover la firma de preacuerdos de comercialización, indicando como mínimo los volúmenes de producción requeridos, las características exigidas de los productos, el lugar de entrega de los productos, los precios y las condiciones de recibo y entrega de los productos.

Se deberá establecer la estrategia de desarrollo rural con enfoque territorial, donde se aproveche la capacidad de gestión de las entidades relacionadas para garantizar el funcionamiento, buen uso de los recursos, la sostenibilidad y el pleno aprovechamiento del proyecto.

Se deberán actualizar las inversiones y los costos anuales relacionados con las actividades del mercadeo y la comercialización.

6.1.2. Diseño detallado de las obras

Se adelantarán los diseños hidráulicos, geotécnicos, estructurales, mecánicos y eléctricos de todas las obras constitutivas del proyecto.

El diseño estructural consiste en realizar los cálculos estructurales, definir dimensiones y refuerzo, elaborar planos y calcular cantidades de obra de las estructuras, siguiendo en un todo las normas colombianas. Aunque la norma NSR-10 está concebida en general para edificios, sus criterios de análisis para estructuras de concreto son aplicables a las obras por diseñar, y toda la clasificación de riesgo sísmico, evaluación de fuerzas horizontales, cálculo de empujes, criterios para estructuras estancas, análisis geotécnico, etc. está incluida en los títulos A, B, C y H de la norma. También es aplicable el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, que se acomoda de mejor manera a las estructuras por diseñar y que tiene requisitos sismorresistentes equivalentes a los de la norma NSR-10 o la vigente en el momento de ejecución de los diseños.

6.1.2.1. Obras de captación

- Suministro de agua de fuentes superficiales

Se adelantarán los diseños respectivos, los cuales incluirán todas las estructuras que las integran, como son las presas derivadoras, las bocatomas y las obras de encauzamiento, de protección de márgenes, de aducción, de exclusión de sedimentos y de limpieza, con sus correspondientes componentes mecánicos y eléctricos, como compuertas, puentes grúas, etc.

Para la construcción de las obras de captación sobre corrientes superficiales de agua se requiere, por lo general, desviarlas temporalmente, por lo tanto es necesario efectuar el diseño de un sistema que garantice que aquellas se podrán realizar sin mayores riesgos, asegurando su estabilidad a futuro y con el menor costo posible. Este diseño, acompañado de los detalles constructivos, tendrá en cuenta todas las obras que constituyen la solución escogida, la cual forma parte del proyecto.

- Sedimentadores

El diseño de los sedimentadores incluirá todos los aspectos topográficos, geotécnicos, sedimentológicos, hidráulicos, estructurales, mecánicos y eléctricos, incluyendo los dispositivos y las estructuras complementarias requeridas como compuertas, desagües para lavado hidráulico, etc.

- Suministro de agua desde embalses artificiales

Se diseñará el conjunto de obras que conforman este sistema de suministro de agua, para lo cual se efectuarán los estudios específicos (topográficos, hidrológicos, geológicos, geotécnicos, sedimentológicos, de estanquidad, etc.) y los análisis que permitan definir las formas, características y dimensiones de sus componentes, tales como el vaso, la presa de regulación (altura, longitud, ancho de la cresta o corona, taludes,

protecciones, etc.), el vertedero de excesos, el dissipador de energía, la estructura de derivación por gravedad o por bombeo, criterios de operación y manual de operación y manejo del embalse.

Por lo general, en este caso no se incluye sedimentador, ya que el vaso actúa como tal, por lo que se deben considerar el embalse muerto y la posibilidad de instalar dispositivos de limpieza de fondo.

- Suministro desde cuerpos naturales de agua

Cuando se trate de lagos, ciénagas, otros cuerpos naturales de agua o presas de regulación, por lo general no se requieren sedimentadores.

Para el diseño de las obras respectivas se seguirán las mismas indicaciones anotadas anteriormente que sean aplicables.

- Suministro desde pozos profundos

Cuando la fuente abastecedora contemple un pozo profundo existente, se deberá adelantar la prueba de bombeo con sus respectivos soportes, describiendo las características del pozo y el tiempo máximo de operación de la bomba y del motor:

- La producción del pozo
- La profundidad del pozo
- Tasa máxima de explotación
- El diámetro, espesor de paredes y longitud del tubo ciego o liso
- El diámetro y longitud del filtro que constituye la tubería de producción

En caso de no contar con el pozo construido, se efectuará el diseño detallado de cada pozo profundo que vaya a ser aprovechado, con las especificaciones necesarias para su construcción: diámetro, longitud, espesor y material del entubado, ampliación del mismo (cuando se utilice un pozo de prueba ya construido), clase y espesor del revestimiento, localización, longitud y características de los filtros, características y capacidad de la bomba de extracción y de sus complementos electromecánicos; etc. Además, se incluirán los componentes de suministro de energía y obra civil requerida, como casetas de protección, pocetas de almacenamiento, etc.

- Estaciones de bombeo

En el evento en que el proyecto requiera estaciones de bombeo, se deberán adelantar los diseños de las obras civiles, equipos e instalaciones electromecánicas, los sistemas de suministro de energía, así como las obras complementarias de protección, retención de sedimentos y otras que resulten necesarias como el canal de aducción.





Foto: Erika Lothes Berrid

Para la bomba y el motor, la propuesta deberá indicar como mínimo:

- Tipo de bomba
- Caudal
- Altura dinámica total
- RPM
- Potencia
- Eficiencia
- Tipo de impulsor
- Acople y base común
- NPSH
- Curvas de trabajo del sistema de bombeo
- Tipo de motor (eléctrico, diésel, a gas)
- Potencia y factor de servicio
- Características de la energía
- Protecciones y señalización
- Control de nivel
- Sistema de monitoreo, control, automatización

Con relación al sistema de suministro de energía, se deben definir las características y especificaciones técnicas tanto del sistema de alimentación, como los requerimientos en materia de transformación, protección, mando y medida, los cuales deben responder a la normatividad exigida a nivel nacional, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Retie), así como por la empresa que actualmente atienda el servicio de energía eléctrica en la región.

En lo relacionado con los equipos electromecánicos con características especiales y cuyas especificaciones definitivas deben ser suministradas por sus fabricantes o proveedores, se elaborará un formulario técnico en el cual se indiquen tanto las especificaciones básicas de obligatorio cumplimiento por aquellos como la descripción de los componentes para los cuales deberán proveer la información técnica necesaria que será utilizada para la comparación de las propuestas y la selección definitiva de los equipos.

6.1.2.2. Red de conducción y distribución

Con base en la información obtenida, referente a las áreas por irrigar, los levantamientos topográficos, los caudales requeridos, los sistemas de suministro y de operación de riego, las características de los suelos de las franjas de terreno en las que se ubicarán las obras, etc., se deberá presentar un estudio que establezca en forma definitiva la capacidad del sistema, gradiente hidráulico o línea piezométrica, secciones transversales, perfil longitudinal, tipo y espesor de materiales, inclinación de taludes y otros aspectos pertinentes de los canales o ductos principales, secundarios y terciarios de la red de conducción y distribución.

El diseño deberá incluir el estudio de los sitios de los botaderos y la definición de la forma de disposición de los materiales de desecho o sobrantes de las excavaciones,

y se deberán presentar también planos generales de ubicación del proyecto, con las respectivas obras.

Igualmente, deberán ser presentados todos los diseños hidráulicos y estructurales, memorias de cálculo, cronograma de actividades, planos, etc., de cada una de las obras por realizar.

Se prepararán los planos correspondientes en planta y perfil a escala 1:1000 y secciones transversales a escala 1:100. Además, se elaborarán los planos de construcción de todas las estructuras complementarias, como aliviaderos, estructuras de control, reguladores de flujo, caídas, sifones, puentecanales, estructuras aforadoras y otras que se requieran, a escalas 1:25 o 1:50.

6.1.2.3. Sistema de drenaje

Se realizarán los diseños detallados para la construcción del sistema de drenaje del proyecto, el cual deberá garantizar la evacuación de la escorrentía superficial del área por beneficiar, en un tiempo mínimo que no afecte a los cultivos ni su productividad. En este caso, se deben presentar los estudios hidrológicos que contemplen los análisis de precipitaciones máximas para días consecutivos (1 a 5) y periodos de retorno de 2, 5 y 10 años, indicando el tiempo permisible de inundación de los cultivos planteados en el plan agropecuario, con el fin de determinar el dimensionamiento de los canales de drenaje y el volumen por evacuar, estableciendo la capacidad de las bombas, cuando sea el caso. Se deberán presentar los planos de diseño en planta y perfil de todos los canales de drenaje, de las estructuras requeridas por el sistema y las descargas que se diseñen a los drenajes naturales. Estos planos y diseños se deberán realizar de manera similar a la indicada para el sistema de riego.

6.1.2.4. Obras de adecuación predial

Se concertará con el beneficiario de cada predio la forma de producción bajo riego de su finca.

Se deben adelantar los diseños de las obras de adecuación predial de manera detallada y particular para cada uno de los predios que se pretenden beneficiar con el proyecto, teniendo en cuenta el tipo de sistema por implementar con el siguiente alcance:

- Aspersión, microaspersión y goteo

Se deberá presentar los diseños de las obras de adecuación predial con riego, los cuales deberán guardar absoluta concordancia con los cultivos del plan agropecuario formulado y las características de los suelos del área del proyecto.

El esquema de riego deberá estar plenamente justificado, de manera que todos los predios tengan

acceso directo a la red de distribución por una toma predial señalada y su operación sea lo más simple posible. Por lo tanto, los dispositivos de riego tales como aspersores, microaspersores, goteros, tuberías, válvulas de paso, medidores de caudal, reguladores de presión, acometidas, hidrantes, elevadores, dosificadores, etc. deberán seleccionarse de modo que proporcionen una uniformidad superior al 80 % en la aplicación y una eficiencia superior al 75 %.

Todos los elementos para el suministro del agua a nivel predial deberán ser diseñados estableciendo su forma de aplicación, grado de eficiencia, tiempos de riego, etc.

Se debe calcular y presentar de manera precisa la siguiente información:

- Lámina neta.
- Frecuencia de riego (días, horas).
- Eficiencia de riego.
- Lámina bruta de riego.
- Área de riego diaria.
- Intensidad de aplicación.
- Duración de cada riego (horas).
- Número de turnos de riego para cubrir el área regable.
- Caudal o descarga de cada aspersor o dispositivo de riego, así como diámetro húmedo y presión de trabajo requerida.
- Capacidad del sistema.
- Espaciamiento entre aspersores, según el cultivo y demás factores por considerar.
- Selección de aspersores o dispositivos de riego.
- Número estimado de aspersores o dispositivos de riego que operan simultáneamente para satisfacer la capacidad del sistema.
- Selección de elevadores.
- Uniformidad del recubrimiento.
- Cálculo del lateral.
- Presión total requerida al comienzo del lateral.
- Cálculo de la tubería principal.
- Selección de diámetro económico.
- Perdidas por fricción en válvulas y accesorios.
- Determinación de la altura dinámica total.
- Riego por gravedad

El diseño deberá especificar los cortes y rellenos por ejecutar en cada predio, teniendo en cuenta la capa arable disponible, de tal forma que, al efectuar el emparejamiento, esta no desaparezca.

- Sistema de drenaje a nivel predial

Si se requiere, el proyecto deberá presentar los diseños de la red de drenaje predial y definir las dimensiones de los canales abiertos o tubería perforada, su localización y espaciamiento. Esta red debe evacuar los excesos de agua superficial y controlar los niveles freáticos.



6.1.2.5. Otras obras constitutivas del proyecto

Para las otras obras constitutivas del proyecto, como cámaras de quiebre, pasos elevados, estaciones de filtrado, redes eléctricas, válvulas ventosas y válvulas de purga, entre otras, se deberán presentar los diseños hidráulicos y estructurales, memorias de cálculo y selección de dispositivos, elementos y accesorios, ubicación y planos de despiece.

6.1.2.6. Componente geoespacial

El componente espacial es inherente a todas las disciplinas que intervienen en el desarrollo de proyectos de adecuación de tierras. De esta manera, el análisis de la variabilidad espacial de los fenómenos, así como la identificación de las relaciones entre ellos permite obtener conclusiones que soportan los procesos de evaluación y toma de decisiones en el proyecto a lo largo de todas sus etapas.

Para que la información espacial sea interoperable entre sí y resulte útil y pertinente para la evaluación del

desempeño del proyecto a través del tiempo, se requiere que cumpla un mínimo de condiciones técnicas y de contenidos (semántica), de acuerdo con los parámetros y estándares vigentes establecidos por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) para la producción, intercambio y disposición de productos geográficos.

A continuación, se presentan los principales lineamientos que debe cumplir la información geoespacial asociada a cada proyecto de adecuación de tierras:

- Formatos admitidos para el almacenamiento de la información geoespacial

La información geoespacial utilizada como insumo para realizar el análisis de los componentes en cada una de las fases, así como aquella obtenida como resultado de dichos análisis y utilizada para la creación de los mapas, debe ser almacenada en los formatos descritos en el cuadro 11.

Cuadro 11. Formatos admitidos para el almacenamiento de la información geográfica

Formato	Descripción
Vectorial	
File GeoDataBase (.gdb) Feature class Feature dataset	Formatos que permiten almacenar y administrar el componente vectorial de las bases de datos geoespaciales.
Shapefile	Formato para el intercambio de información geográfica.
Ráster	
GeoTiff (.tif)	Formato que asocia información geográfica con archivos de imagen.
File GeoDataBase (.gdb) File GeoDataBase raster format (FGDBR)	Formato que almacena datos ráster dentro de la estructura de File GeoDataBase.
Tablas	
dBase (.dbf)	Formato que permite almacenar y manejar datos tabulares.
Metadatos	
Extensible Markup Language (XML)	Formato que permite el almacenamiento y manejo de las plantillas de metadatos de cada <i>feature</i> u objeto.

- Sistema de coordenadas

Toda la información geográfica debe entregarse en el sistema de referencia Magna Sirgas o alguna de sus proyecciones, dependiendo de la ubicación del proyecto.

- Caracterización de la información

La estructura y caracterización de la información geoespacial obtenida en el marco del desarrollo de los diseños detallados deberá plasmarse en un documento .xlsx que contenga la descripción de cada entidad, los correspondientes atributos y dominios asociados⁴. Este documento debe contener, como mínimo, los siguientes elementos:

- Listado de las entidades con la siguiente información
 - Tipo de geometría de la entidad (punto, línea, polígono).
 - Nombre de la entidad.
 - Descripción de la entidad.

Cuadro 12. Ejemplo de cuadro para listar entidades

Tipo de entidad	Nombre de entidad	Descripción
Geometría - punto	ENTIDAD_1	Descripción de la entidad 1
Geometría - línea	ENTIDAD_2	Descripción de la entidad 2
Geometría - polígono	ENTIDAD_3	Descripción de la entidad 3
Cuadro	ENTIDAD_4	Descripción de la entidad 4

Para cada una de las entidades, se debe incluir una tabla con el listado de los campos, con la siguiente información:

- Nombre del campo
- Tipo del campo (text, double, long integer, short integer, etc.)
- Descripción del campo
- Nombre del dominio (en caso de que lo tenga)
- Entidad relacionada con la entidad a través del campo (en caso de que la tenga)



Foto: Archivo UPRA

⁴ En el ámbito de bases de datos relacionales, el dominio describe el conjunto de posibles valores que puede tomar un atributo o campo.

Cuadro 13. Ejemplo de cuadro para listar y caracterizar las entidades

Nombre de la entidad	ENTIDAD_1			
Descripción	Descripción ENTIDAD_1			
Tipo de entidad	Geometría, polígono			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades relacionadas
Campo_1	Short integer	Descripción del campo 1		
Campo_2	Text	Descripción del campo 2	DOMINIO_1	Entidad relacionada 1

- Diccionarios de datos

Se indican las entidades mínimas con un componente espacial asociado y los correspondientes atributos que deben ser incluidos como parte de los productos generados en la etapa de diseños detallados. Estos diccionarios de datos describen los atributos mínimos asociados a cada elemento espacial, y pueden ser complementados por el ejecutor del proyecto o ajustado en el momento en que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural defina un modelo conceptual para el almacenamiento de la información.

- Actualización catastral

Se debe adjuntar un archivo de polígonos almacenados en formato Shapefile o GDB con los predios que hacen parte del proyecto, que contenga por lo menos los atributos descritos en el diccionario de datos indicado en los cuadros 14 y 15. En estos, a través del campo «Beneficiario_Id», se relacionan los predios con los beneficiarios.

Cuadro 14. Diccionario de datos con atributos mínimos para información predial

Nombre de la entidad	PREDIOS			
Descripción	Predios dentro del proyecto			
Tipo de entidad	Geometría, polígono			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Shape	Geometry	Tipo de geometría del feature class (polygon)		
Matrícula_inmob	Text	Matrícula inmobiliaria		
Cédula_Catastral	Text	Número de cédula catastral		
Beneficiario_Id	Text	Número de identificación del beneficiario del predio	Campo Beneficiario_Id Beneficiarios (cuadro 15)	Beneficiarios (cuadro 15)
Área_Total	Text	Área total del predio (ha)		

Cuadro 15. Diccionario de datos con atributos mínimos para información asociada a los beneficiarios de predios

Nombre de la entidad	BENEFICIARIOS			
Descripción	Beneficiarios de predios dentro del proyecto			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Beneficiario_Id	Geometry	Número de identificación del beneficiario		
Tipo_id	Text	Tipo de identificación del beneficiario		
Apellidos	Text	Apellidos del beneficiario		
Nombres	Text	Nombres del beneficiario		

- Agrología

Se debe incluir un archivo de polígonos en formato Shapefile o GDB que contenga la información de las unidades de suelo del área del proyecto, el cual debe contener como mínimo los atributos descritos en el cuadro 16.

Cuadro 16. Diccionario de datos con atributos mínimos del archivo de polígono que contiene la caracterización de suelo

Nombre de la entidad	SUELOS			
Descripción	Caracterización de unidades de suelo			
Tipo de entidad	Geometría, polígono			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Paisaje	Text	Tipo de paisaje en el que se encuentra la unidad de suelo		
Tipo_Relieve	Text	Tipo de relieve dentro del que se encuentra la unidad de suelo		
Geología	Text	Tipo de material parental		
Suelos	Text	Nombre de suelo		
Unidad cartográfica	Text	Nombre de unidad cartográfica		
Símbolo	Text	Símbolo para representar la unidad de suelo		

La ubicación de los sitios seleccionados para describir los perfiles modales debe entregarse en un archivo de puntos formato GDB o Shapefile, el cual incluye como mínimo los atributos descritos en el cuadro 17.

Cuadro 17. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe tener el archivo de puntos con información de la localización de las observaciones de suelos

Nombre de la entidad	LOC_OBSERVACIONES_SUELO		
Descripción	Ubicación de observaciones para descripción de perfiles modales de suelos		
Tipo de entidad	Geometría, punto		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio
ID_perfil	Text	Identificación única del perfil	
Fecha	Text	Fecha en que fue tomado el perfil	

La caracterización general para cada una de las observaciones de campo se debe almacenar en una tabla que contenga, como mínimo, los atributos descritos en el cuadro 18.

Cuadro 18. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con la caracterización general de las observaciones realizadas

Nombre de entidad	CARACTERIZACION_PERFIL			
Descripción	Caracterización general de cada perfil			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
ID_perfil	Text	Identificación única del perfil	Campo ID_perfil LOC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 17)	LOC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 17)
Taxonomía	Text	Taxonomía del suelo en el punto de observación		
Símbolo	Text	Símbolo del suelo en el punto de observación		
Paisaje	Text	Tipo de paisaje al que pertenece el punto de observación		
Pendiente	Text	Pendiente del punto de observación		
Drenaje natural	Text	Drenaje natural del punto de observación		
Profundidad efectiva	Text	Profundidad efectiva del suelo en el punto de observación		
Uso actual	Text	Uso actual del área donde se encuentra el punto de observación		
Limitantes	Text	Limitantes de uso		

La caracterización de cada uno de los horizontes del suelo para cada una de las observaciones de campo, debe almacenar, mínimo, los atributos que aparecen en el cuadro 19, el cual se relaciona con el cuadro 17 a través del campo «ID_perfil».

Cuadro 19. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con información para los horizontes de suelo en cada una de las observaciones realizadas

Nombre de entidad		HORIZONTES_SUELO		
Descripción		Atributos de los horizontes del suelo en cada uno de los puntos de observación		
Tipo de entidad		Cuadro		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
ID_perfil	Text	Identificación única del perfil	Campo ID_perfil LOC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 17)	LOC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 17)
Profundidad	Text	Rango de profundidad del perfil		
Limitante	Text	Clase de limitante		
Color	Text	Color del horizonte		
Textura	Text	Apreciación textural		
Estructura	Text	Estructura		
Consistencia	Text	Consistencia		
Macrobiol	Text	Actividad microbiológica		
Raíces	Text	Presencia de raicillas en cada horizonte		
pH	Text	pH		



Foto: Darío Camacho

- Freatimetría

Se debe adjuntar un archivo de puntos almacenados en formato Shapefile o GDB que contenga la localización de los pozos de observación y como mínimo los atributos descritos en el diccionario de datos presentado en el cuadro 20.

Cuadro 20. Diccionario de datos con atributos mínimos para información asociada a los pozos de observación de freaticimetría

Nombre de entidad	FREATIMETRÍA			
Descripción	Pozos de observación freaticimétrica			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Id_Pozo	Text	Identificación única de cada pozo		
Profundidad	Float	Profundidad del nivel freático (m)		

- Obras del sistema

Para cada tipo de estructura, como bocatomas, obras de control, desarenadores, estaciones de bombeo, embalses, etc., así como para cada tipo de estructura complementaria (caídas, puente-canales, aliviaderos, etc.), se debe agregar un archivo de puntos en formato GDB o Shapefile que contenga por lo menos un identificador único para cada una de las estructuras.

Adicionalmente, para cada tipo de elemento de conducción, protección contra inundaciones o drenaje (canales y ductos de conducción, red secundaria, jarillones, diques, etc.), se debe incluir un archivo de polilíneas en formato GDB o Shapefile que contenga como atributo por lo menos un identificador único para cada uno de los elementos.

Se debe incluir un archivo de polilíneas en formato GDB o Shapefile, que contenga al menos un indicador único para cada uno de los tramos de las redes de drenaje. Para cada tipo de estructura complementaria (caídas, puente-canales, aliviaderos, etc.) se debe incluir un archivo de puntos en formato GDB o Shapefile, que contenga por lo menos un identificador único para cada una de las estructuras.

- Puesta en marcha del distrito

Durante la operación del distrito, se requiere la construcción de una base de datos que almacene elementos geográficos y alfanuméricos, para así evaluar indicadores de desempeño durante su funcionamiento. Dicha base de datos debe contemplar como mínimo las siguientes entidades⁵, que se plantean a manera de ejemplo y deberán ser complementadas de acuerdo con la información disponible y necesaria para la AOMMI, así como para el seguimiento y evaluación:

- Base de datos de usuarios.
- Datos asociados a cada parcela de cultivo (incluye el tipo de cultivos, fechas de siembra y cosecha, y variables de producción).
- Consumo de agua por parcela de cultivo: estas entidades son de tipo alfanumérico y deben relacionarse con la entidad «parcelas» a través del identificador único de cada parcela, «Id_parcela». Dependiendo de las condiciones de cada proyecto, puede asociarse al predio y no a la parcela.

⁵ Los diccionarios de datos descritos en este documento pueden ser complementados o ajustados en el momento en que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural defina un modelo conceptual para el almacenamiento de la información.



Cuadro 21. Atributos mínimos para almacenar referentes a los usuarios del distrito

Nombre de la entidad	USUARIOS		
Descripción	Información de usuarios del distrito		
Tipo de entidad	Cuadro		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio
Usuario_Id	Text	Número de identificación del usuario	
Tipo_id	Text	Tipo de identificación del usuario	
Apellidos	Text	Apellidos del usuario	
Nombres	Text	Nombres del usuario	

Cuadro 22. Atributos mínimos asociados a la entidad «parcelas», que debe entregarse en formato Shapefile o GDB

Nombre de la entidad	PARCELAS			
Descripción	Parcelas de cultivo dentro del proyecto			
Tipo de entidad	Geometría, polígono			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidad asociada
Id_Parcela	Texto	Identificador único de la parcela		
Cultivo	Texto	Cultivo sembrado		
Usuario_Id	Texto	Identificación del usuario asociado a la parcela	Campo Usuario_Id_USUARIOS (cuadro 21)	USUARIOS (cuadro 21)
Área	Float	Área de la parcela de cultivo (ha)		
Fecha_siembra	Date	Fecha de siembra de la parcela		
Fecha_cosecha	Date	Fecha de cosecha de la parcela		
Producción	Float	Producción de la parcela (t)		
Rendimiento	Float	Rendimiento de la parcela (t/ha)		