

FACTIBILIDAD DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA PARA EL BENEFICIO  
ECOLÓGICO DEL CAFÉ EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA  
GRANIZALES

ILDE FERNANDO FAJARDO PEÑA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE  
PROYECTOS

Chinchiná, julio de 2002

FACTIBILIDAD DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA PARA EL BENEFICIO  
ECOLÓGICO DEL CAFÉ EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA  
GRANIZALES

ILDE FERNANDO FAJARDO PEÑA

Proyecto de grado para optar al título de  
Especialista en Evaluación Socioeconómica de Proyectos

Director  
LUIS GIRALDO H.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE  
PROYECTOS

Chinchiná, julio de 2002

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

#### 1 MARCO CONCEPTUAL

##### 1.1 Instituciones cafeteras

##### 1.1.1 Fondo Nacional del Café

##### 1.1.2 Cooperativas de Caficultores

##### 1.2 La comercialización y la promoción del café

##### 1.3 El sector cafetero en Colombia

##### 1.4 La regulación aduanera para la exportación

##### 1.5 La industria cafetera durante el 2001

##### 1.6 Variables que afectan el consumo

##### 1.7 El beneficio del café

##### 1.7.1 Beneficio tradicional del café

##### 1.7.2 Beneficio ecológico del café

##### 1.7.3 La calidad del café en los procesos de beneficio

##### 1.7.4 Ingreso por venta de café en los dos procesos

##### 1.7.5 El pago por contaminación hídrica

#### 2 SELECCIÓN DE LA MICROCUENCA

##### 2.1 Criterios para la selección

##### 2.2 Área de interés

##### 2.2.1 Los conflictos ambientales

##### 2.2.2 Las acciones para la gestión ambiental municipal

##### 2.3 identificación de la microcuenca

#### 3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

##### 3.1 Equipo de trabajo

##### 3.2 Sensibilización para la situación de referencia

##### 3.3 Análisis de sectores

##### 3.3.1 Político

##### 3.3.2 Social

##### 3.3.3 Económico

##### 3.3.4 Ambiental

- 3.4 Posibilidades de negociación
- 3.5 Listado de problemas
- 3.6 Priorización de los problemas
- 3.7 Selección del problema prioritario
- 3.8 Planteamiento de soluciones, alternativas y objetivos
  - 3.8.1 Problema central
  - 3.8.2 Primer componente
  - 3.8.3 Segundo componente
- 3.9 Diseño del plan
  - 3.9.1 Clasificación del proyecto
  - 3.9.2 Estructuración del plan
- 4 SELECCIÓN DE LOS USUARIOS
  - 4.1 Usuarios potenciales
    - 4.1.1 Proporción de pérdidas
    - 4.1.2 Dependencia a la unidad de producción
    - 4.1.3 Tipo de beneficiadero
    - 4.1.4 La actitud del Caficultor
  - 4.2 Usuarios seleccionados
- 5 LA TRANSFERENCIA DE LA TECNOLOGÍA
  - 5.1 Capacitación y asistencia técnica
    - 5.1.1 Charlas
    - 5.1.2 Giras
    - 5.1.3 Visitas a finca
    - 5.1.4 Demostraciones de método
  - 5.2 Temática
  - 5.3 Seguimiento y evaluación
  - 5.4 Inversión en activos nominales
- 6 FORMULACIÓN DEL PROYECTO
  - 6.1 Localización
  - 6.2 Tamaño e ingeniería
    - 6.2.1 Tamaño
    - 6.2.2 Ingeniería
    - 6.2.3 Diseño de las transformaciones tipo

6.3 Estimación de la demanda

7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Evaluación financiera

7.2 Evaluación económica

7.3 Evaluación social

7.3.1 Algunas consideraciones sobre la evaluación social

8. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Defectos del grano y de la bebida del café de acuerdo con la etapa del proceso de cultivo, beneficio y trilla.
- Tabla 2. Ingreso medio estimado en cada grupo de caracterización, probabilidad de significancia y diferencia a favor del mayor valor.
- Tabla 3. Tipos de beneficiaderos según el manejo de los subproductos del café y la carga contaminante específica generada
- Tabla 4. Criterios de selección de la microcuenca, factores de ponderación y calificación de alternativas.
- Tabla 5. Determinación de los problemas y su priorización.
- Tabla 6. Solución del problema principal, sus alternativas y objetivos.
- Tabla 7. Solución del primer componente del problema central.
- Tabla 8. Solución del segundo componente del problema central
- Tabla 9. Estructuración del plan.
- Tabla 10. Usuarios potenciales por tamaño del área sembrada en café.
- Tabla 11. Razones para no participar en la ejecución del proyecto.
- Tabla 12. Razones para participar en la ejecución del proyecto.
- Tabla 13. Usuarios seleccionados, distribuidos por el área sembrada en café.
- Tabla 14. Consideraciones técnicas para algunas variables importantes.
- Tabla 15. Inversiones totales por componente.
- Tabla 16. Análisis de sensibilidad financiera.
- Tabla 17. Razones para los Precios de Cuenta empleadas en el proyecto.
- Tabla 18. Análisis de sensibilidad económica.
- Tabla 19. Presupuesto preliminar general por rango de producción y componente.
- Tabla 20. Costos operativos establecidos para el proceso tradicional y ecológico.
- Tabla 21. Principales componentes de costos e ingresos por caficultor para la ejecución del proyecto.
- Tabla 22. Depreciación y valor residual para las inversiones en planta, equipos y activos nominales.
- Tabla 23. Evaluación financiera del proyecto.
- Tabla 24. Evaluación económica del proyecto.

## INTRODUCCIÓN.

En un entorno cafetero exigente regido por los componentes de la globalización que son determinantes para el éxito de la caficultura en Colombia, es necesario el incremento sustancial en la efectividad de todos sus procesos. La sobreoferta mundial del grano y la tendencia constante a la disminución en el precio del café, hace indispensable la reducción de las pérdidas y de los costos dentro de la cadena productiva, condición que le permitirá al Caficultor mantener la sostenibilidad de su empresa.

En la transformación del fruto del café hasta obtener el grano seco para la comercialización interna, se presentan una serie de riesgos sobre la calidad del producto, que pueden generar pérdidas importantes para el productor. La falta de control durante el beneficio es la principal causa del deterioro en la calidad del café Colombiano.

La tecnología disponible hasta hace pocos años, carecía de los componentes necesarios para lograr un proceso eficiente del producto. El beneficio húmedo tradicional del café requiere de tiempos prolongados, generalmente presenta problemas en la calibración, inadecuada operación y deficiente mantenimiento de los equipos e instalaciones en mal estado, lo anterior se refleja en las altas pérdidas ocurridas en la poscosecha del café sumadas a una industria con márgenes de utilidad que están desapareciendo. El uso incontrolado de agua y el desaprovechamiento de los subproductos pulpa y mucílago del café, han generado alta presión sobre la disponibilidad y la calidad del agua en las zonas cafeteras colombianas. La externalidad causada durante el beneficio húmedo tradicional del café se ha visto reflejada en los altos niveles de contaminación de las fuentes de agua de la zona cafetera colombiana y en el pago de las Tasas Retributivas por contaminación hídrica<sup>1</sup>.

El Beneficio Ecológico del Café<sup>2</sup>, tecnología de invención nacional y de reconocida bondad en el mejoramiento del control del proceso húmedo del café, permite disminuir las pérdidas de calidad y de peso del grano, con la drástica reducción

de la contaminación generada en el proceso tradicional. La correcta adopción del beneficio ecológico del café se traduce en aumento del ingreso del caficultor con el fortalecimiento de la imagen del producto, la mejor calidad y disponibilidad de agua en las zonas cafeteras y el aprovechamiento de los subproductos orgánicos del fruto: pulpa y mucílago.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia con el fin de lograr un efecto demostrativo de la tecnología BECOLSUB<sup>3</sup>, ha motivado a los productores adoptantes con la asesoría, la capacitación, las labores de extensión y la adjudicación de incentivos económicos, a través del PROGRAMA NACIONAL PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA APROPIADA PARA EL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ. Sin embargo, a raíz de la crisis en la industria cafetera colombiana de los últimos años, el Programa carece de recursos en la actualidad y la precaria situación económica de los Caficultores hace difícil la adopción autónoma.

La industria metalmecánica colombiana se ha vinculado a la adopción tecnológica, con la fabricación e instalación de los módulos BECOLSUB. El Centro Nacional de Investigaciones de café Cenicafé y la empresa privada, han trabajado en el mejoramiento de la tecnología, condición que ha permitido lograr avances importantes en su desempeño con la disminución del requerimiento de potencia, del agua para el proceso y del costo de los equipos; ventajas importantes para incentivar su adopción. La Nueva Generación de los módulos para el beneficio ecológico del café recoge la experiencia de los últimos años de adopción de la tecnología y de la fabricación industrial de los equipos.

La formulación, la evaluación de proyectos y la gestión de recursos que incentiven la adopción de esta tecnología, permitirá el avance hacia una caficultura sostenible, equitativa y mundialmente competitiva. Con el presente trabajo se determinó la factibilidad de la correcta adopción del beneficio ecológico del café, para los caficultores interesados de la Microcuenca de la quebrada Granizales en el municipio de Chinchiná, Caldas, con el fin de gestionar posteriormente los recursos necesarios para su ejecución.

<sup>1</sup> Las Tasas Retributivas y Compensatorias. El que contamina paga. Decreto 601 de 1997, Ministerio del Medio Ambiente (13).

<sup>2</sup> Tecnología desarrollada por el Centro Nacional de Investigaciones del Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas (21)

<sup>3</sup> Beneficio ECOLógico, rentable del café y manejo de SUBproductos.



## 1. MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 Instituciones Cafeteras:

1.1.1 Fondo Nacional de Café (FNC): Fue creado en 1940 con el fin de propender por la estabilidad de la actividad y el ingreso del Cafetero en el país. Es una cuenta del tesoro público destinada permanentemente a la defensa (garantía de compra y precio de sustentación del café), protección y fomento de la industria cafetera colombiana. El FNC es administrado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia mediante la celebración de un contrato con el estado colombiano, al cual, debe informar mensualmente.

El último contrato se firmó en 1997 y se renueva cada 10 años. La vigilancia y control del fondo está a cargo de la Contraloría General de la República.

La principal fuente de ingresos del fondo la constituyen las ventas de café al exterior y al interior del país, otros ingresos están representados en la contribución cafetera, en créditos y en los rendimientos de las distintas inversiones.

1.1.2 Cooperativas de Caficultores: Los productores de café en Colombia, en su gran mayoría pequeños y con una reducida capacidad de negociación, requerían de una organización fuerte, competente y especializada, que los representara en el mercado cafetero, y les permitiera comercializar su cosecha en condiciones equitativas. De igual manera, existía la necesidad de articular sus intereses, para poder dialogar y concertar en forma más efectiva con el Gobierno Nacional.

Con esta misma filosofía, la Federación consideró importante promover el establecimiento de organizaciones regionales de productores, las cuales se encargarían de la comercialización interna del café pergamino, en lugares cercanos a los centros de producción, con la participación y bajo el control de los mismos productores. Fue así como nacieron las Cooperativas de Caficultores.

Las 44 Cooperativas de Caficultores del país, son empresas económicas de servicio social que agrupan a más de 91.000 socios, operan en 18 departamentos y desarrollan su actividad comercial en más de 500 puntos de compra, garantizando al productor al momento de vender su café un tratamiento justo en materia de peso, precio y calidad.

Las Cooperativas de Caficultores tradicionalmente han comprado más de la tercera parte del café en el país con recursos provenientes principalmente del Fondo Nacional del Café, o utilizando recursos propios compuestos por el capital de trabajo y los excedentes cooperativos que son utilizados libremente según los requerimientos.

## 1.2 La Comercialización y la promoción del café

El cafetero tiene las siguientes alternativas para la venta del café: intermediario y Cooperativa, quienes a su vez le venden a: exportador privado, torrefactoras, Federación Nacional de Cafeteros, Expocafé; y éstos últimos le venden a los tostadores extranjeros.

La Federación nacional de Cafeteros ha contemplado un diálogo e interacción permanente con toda la cadena desde el productor hasta el consumidor final. El proceso se inicia en la finca contando con la asistencia técnica y la capacitación de los cultivadores, para el manejo adecuado de sus cultivos, incluyendo el control de plagas y enfermedades. El proceso continúa con la transformación del fruto hasta el secado del café, contemplando la adopción de tecnologías limpias como lo es el Beneficio Ecológico del Café.

Los Caficultores colombianos tienen la garantía de la compra de su producto a un precio mínimo de sustentación determinado por la Federación, siempre y cuando el grano cumpla con los estándares de calidad. Los exportadores particulares constituyen un grupo fuerte y experimentado que ha manejado en los últimos diez años más del 50% de la exportación total del café colombiano.

Luego se realiza la trilla y selección del grano, que permite obtener un producto adecuado según las normas de exportación. Adicionalmente el actual sistema aplica controles a la calidad en las fases de compra, transporte y de embarque en puerto.

Posteriormente se negocia el producto con los comercializadores y con los tostadores de acuerdo con sus requerimientos y necesidades. Para estos efectos, la Federación firma convenios de suministro con cerca de 300 empresas que procesan el café en el mundo. La gestión de la política de comercialización externa del café colombiano, se sustenta en varios elementos, los cuales son: altos niveles de calidad, precio interno de sustentación, maximización del ingreso FOB por ventas, mantenimiento de la propiedad del inventario excedentario del café colombiano en origen y no en destino, política promocional y participación conjunta de la Federación y los Exportadores particulares en las exportaciones.

### 1.3 El sector cafetero en Colombia

La participación del café en el PIB y en las exportaciones muestran una reducción desde la mitad de los setenta, como consecuencia del surgimiento de nuevos sectores (petróleo, otros minerales, manufacturas) en la economía, en parte también por la reducción de los precios internacionales del café. En el contexto internacional, estas mismas tendencias se presentan en otros países cafeteros.

La inestabilidad macroeconómica colombiana es menor que la de otros países que, como Colombia, tienen economías altamente dependientes de las actividades cafeteras, supuestamente gracias a instituciones y políticas de estabilización del precio interno del café y del ingreso real de los caficultores y exportadores y de políticas macroeconómicas anticipadas; sin embargo, el deterioro del ingreso del caficultor en los últimos dos años ha sido dramático.

#### 1.4 La regulación aduanera cafetera para la exportación

El café es uno de productos sujetos a un régimen especial de exportación, en razón de sus particularidades. El café va a un mercado internacional del grano especializado y está sujeto a normas internacionales que obligan a nuestro país en particular por ser miembro de la Organización Internacional del Café y de la Asociación de Países Productores de Café.

Colombia ha logrado alcanzar posiciones ventajosas en los mercados internacionales, que se están perdiendo por el desorden actual en los mercados, presentándose sustitución en el consumo del café colombiano por otros de menor calidad y precio.

No obstante la garantía de la calidad del café colombiano sigue siendo el pilar en la política para su exportación; en términos generales la normatividad se ajusta al trámite establecido para la exportación de otras mercancías, con unos controles adicionales que se reflejan en los siguientes documentos aduaneros cafeteros:

- En el certificado de repeso se constata la existencia de un lote de café, como condición para autorizar su movilización. Decreto 231 de 1938, y está reglamentado en la resolución de la DIAN 2719 de 1991.
- La guía de tránsito, documento expedido por la Federación Nacional de Cafeteros a través de Almacafé, con el que se autoriza el transporte de café en zonas o por rutas restringidas, siempre necesarias para llegar al puerto marítimo.
- La lectura de compraventa de café.
- El documento único de exportación.
- El certificado de revisión de narcóticos.

## 1.5 La industria cafetera durante 2001.<sup>4</sup>

El informe anual de la Gerencia al Congreso Nacional de Cafeteros se presentó en un escenario de grandes dificultades, donde sobresalen los siguientes acontecimientos:

- Se presentó un nuevo aumento de la producción sobre la demanda global, con el consecuente deterioro de los precios internacionales del grano.
- Distintas fuentes y analistas del mercado prevén nuevos aumentos de las existencias mundiales para el presente año y probablemente más allá.
- Se espera que debido a la caída en los precios y el desestímulo a la producción generada, el deterioro de las condiciones de atención de los cultivos en el mundo produzca una disminución en el exceso de producción.
- La producción mundial alcanzó en 2.000/01 un récord de 114 millones de sacos, 4 millones más que el año de la cosecha anterior y 7 millones más que la demanda global.
- A pesar del desestímulo a la producción por la sobreoferta y la caída de los precios, las cosechas de Brasil y Vietnam le han añadido al menos 14 millones de sacos a la oferta mundial.
- El cambio de la caficultura del Brasil hacia áreas menos vulnerables al clima, con otro tipo de empresarios y otros niveles de rendimientos, aporta por lo menos 7 millones de sacos de la sobreoferta. Las mayores fortalezas de esas nuevas zonas de Brasil, están en la productividad de sus plantaciones y sus menores costos de producción por el tamaño empresarial de sus cultivos. El factor más favorable para el café brasileño ha sido la devaluación del real.
- El Vietnam tuvo una década de alto ritmo de crecimiento económico (8% anual) y desarrollo agrícola. En ese período contó con un enorme apoyo de fondos de cooperación internacional, crédito multilateral e inversión extranjera.
- Vietnam tiene una caficultura joven de café robusta, que se hizo en los últimos 15 años, de alta productividad y baja calidad. A pesar de los altos márgenes logrados en los últimos años, en el último año cafetero pudo registrar pérdidas del orden del 10% de su valor exportado, lo cual forzaría ajustes drásticos de costos.

<sup>4</sup> Informe del Gerente General de la Federación, al LX Congreso Nacional de Cafeteros.

- El plan de retención de café en los países de origen tuvo limitaciones por la no participación de todos los países importantes, y por el riesgo de que las producciones del año 2000/2001 fueran superiores a los estimativos que sirvieron de base para la negociación. Finalmente el plan falló en cumplir las metas acordadas porque algunos países no consiguieron cómo financiar sus compromisos de retención y otros no actuaron según lo pactado.

Como medidas de mitigación a los grandes impactos de la actual situación, y para conservar la institucionalidad e independencia cafetera en Colombia, se han planteado las siguientes acciones:

- Se pasa de la fórmula de precio establecida por la Federación, definida políticamente por el comité de precios del café, al movimiento del precio interno establecido directamente por las variaciones del precio externo.
- Se rescata la contribución cafetera a 3 centavos de dólar por libra exportada, para evitar la desaparición de las funciones del Fondo Nacional del Café.
- Al desaparecer la capacidad de los inventarios de café retenido en Colombia como reserva de valor, por las previsibles no ocurrencias de bonanzas debidas a los desastres climáticos en el Brasil, la nueva política comercial busca concentrarse en la comercialización ordenada y eficiente de la cosecha anual y en los próximos años buscará colocarla en su totalidad tanto en el mercado interno como externo.
- Las Cooperativas de caficultores ya no reciben del Fondo Nacional del Café comisión fija por la compra, deben ganarse un margen entre el precio que paga la Federación y el que ellas le reconocen a los agricultores en cada punto de compra. La Federación ya no paga un precio único nacional, sino diferente en 16 centros regionales de Almacafé S.A. teniendo en cuenta los fletes al puerto de exportación.
- La formación de precios para todas las compras y las ventas de café se realizará en el marco de una reunión diaria en la que participan los representantes de toda la cadena de comercialización.

## 1.6 Variables que afectan el consumo.

Se puede considerar como variable dependiente la demanda de la tecnología por adoptar. Ésta dependerá entonces de variables como son el número de caficultores potenciales, el monto de la inversión, el precio del café, la tasa de cambio, las tasas de interés, la vida útil de los equipos, la producción de café, el clima, la violencia y la inseguridad, las cuales afectarán el comportamiento de los productores.

- ▣ Número de caficultores: El número de caficultores interesados en la transformación de sus sistema tradicional a ecológico, condiciona cuantitativamente la demanda de la tecnología y determina la magnitud de las inversiones.
- ▣ Monto de la inversión: Esta variable tiene una relación inversa con la adopción de la tecnología, ya que a mayor inversión, menos cafeteros demandarían la transformación.
- ▣ Precio del café: Tanto el precio externo del café como el interno, tienen gran influencia en la demanda de la tecnología; esta variable implica tomar un gran riesgo por los caficultores, debido al constante cambio en la cotización del café colombiano para los mercados internacionales y por consiguiente para el mercado nacional, afectando drásticamente el ingreso. El precio del café es incontrolable para el proyecto, pero debe tenerse muy en cuenta para hacer más atractivo el proyecto con menos riesgo para el caficultor.
- ▣ Producción de café: El café es la materia prima más importante en el proyecto. De la diferenciación en su proceso entre el sistema actual y el ecológico dependerán los beneficios del proyecto y por consiguiente el retorno de la inversión. El volumen de café producido al año y en los días de máxima cosecha (día pico), son determinantes para el dimensionamiento de las instalaciones y de los equipos requeridos en cada caso.

- ▣ Vida útil de los equipos: El aprovechamiento de los cambios tecnológicos logrados con la transformación de los sistemas de beneficio, entre otras variables, dependerá en gran medida del adecuado uso que se haga de los equipos instalados; la vida útil será determinante para el retorno de la inversión. De acuerdo con la experiencia en campo, observada hasta la fecha en la zona cafetera central del país, la vida útil “normal” de equipos fabricados con mínimas especificaciones técnicas y de calidad en los materiales, supera los cinco años.
  
- ▣ Tasa de descuento de mercado: Para el alcance del proyecto, esta variable afecta tanto al caficultor como al inversionista, y ella tiene relevancia en la viabilidad financiera del proyecto. Será para el caficultor y para el inversionista, de gran importancia obtener fuentes con bajas tasas de interés. Aunque esta variable la controla el mercado, los caficultores podrán acceder a beneficios financieros si realizan una adecuada gestión de recursos con posibles fuentes apoyadas por el estado, como los recursos provenientes del Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario FINAGRO y de los Incentivos a la Capitalización Rural, ICR.
  
- ▣ Tasa de cambio: Esta variable genera un efecto importante sobre el proyecto, ya que de ésta depende la fijación del precio interno del café y por lo tanto el flujo de caja del caficultor y del proyecto. En la medida que se presente un aumento de la tasa de cambio, habrá una mayor devaluación que genera efectos positivos para las exportaciones de café y proveerá mayor ingreso en pesos por libra de café exportada. Por el contrario, si la tasa de cambio disminuye, se reduce el ingreso para el caficultor. Sobre ella tiene incidencia las decisiones del Gobierno en el manejo macroeconómico y sectorial del país, escapa al alcance del proyecto.



- ▣ El clima: Los fenómenos climáticos influyen drásticamente sobre la producción, afectando el ingreso de toda la cadena de producción y comercialización. Los cambios climáticos en algunas ocasiones genera mayores ingresos para Colombia al exportar el café, con el aumento de la cotización del grano cuando son afectados cultivos de otros países o puede generar la reducción del ingreso con la baja en la cotización del grano por sobreoferta del café en el mundo. La variable clima es incontrolable para el proyecto, pero afecta en gran medida la disponibilidad y competencia por la materia prima del proyecto.
  
- ▣ La violencia e inseguridad: Analizando la situación de orden público que se presenta en nuestro país, la inseguridad en las carreteras colombianas, los robos, asaltos y secuestros, se consideran estos aspectos como variables que pueden afectar la decisión de inversión, ya que existen riesgos importantes sobre las personas y productos del proyecto. La inestabilidad nacional y la incertidumbre son factores contrarios al bienestar esperado. Aunque estas variables son incontrolables para el proyecto, advierten sobre la necesidad de resaltar hacia la comunidad el carácter socioeconómico del proyecto.

### 1.7 El beneficio del café.

El proceso de beneficio tiene marcada influencia sobre la calidad del café; éste permite conservar o degradar las características sensoriales de la bebida, de tal forma que en el mercado mundial se distinguen los cafés procesados por la vía húmeda y seca. El café colombiano es calificado como "suave lavado" por el proceso húmedo empleado, que le hace merecedor a una prima en el precio por su mejor calidad (18,20,26).

El beneficio del café vía seca consiste en el secado del fruto con todas sus partes constitutivas luego de la recolección, este procedimiento se efectúa con la gran mayoría del café brasileño y del café africano; durante el secado, la

cubierta de las almendras, que en este caso está conformada por la pulpa, el mucílago, el pergamino y la película plateada, sufren transformaciones a veces indeseables para la calidad del grano, en las que pueden desarrollarse microorganismos. El cuidado y la capacidad del secado en las plantaciones es un factor decisivo para la conservación de la calidad de este tipo de café (22,26).

El beneficio húmedo es el proceso mediante el cual se transforma el fruto del café hasta obtener granos secos (10 – 12 % de humedad, base húmeda). El proceso implica el despulpado, operación en la cual se separa la pulpa de los granos cubiertos por el mucílago; la remoción del mucílago, hidrogel que se encuentra fuertemente adherido al pergamino del grano y se puede separar por acción microbiana y enzimática o por remoción mecánica; el lavado que permite retirar todos los vestigios sueltos del mucílago degradado durante la fermentación o la remoción mecánica del mucílago; el secado que permite retirar agua del grano hasta obtener café para el almacenamiento durante largos períodos bajo condiciones ambientales (9,22,26).

El beneficio húmedo del café involucra operaciones drásticas que generan factores de riesgo sobre la calidad: el rompimiento de las estructuras del fruto, el proceso del grano en ambientes húmedos con el uso de agua sin tratamiento previo, la exposición a esfuerzos mecánicos con el ataque de microorganismos y enzimas, el cambio de la temperatura y de la humedad del grano; la falta de control de estos factores y del tiempo de proceso originan el deterioro en la calidad de la bebida, la pérdida de peso, de competitividad del producto y la disminución del ingreso del Caficultor. En el manejo de los productos perecederos como el café, el tiempo poscosecha y el control de las operaciones para su transformación hasta el consumo determinan su calidad, el rendimiento del producto y el adecuado aprovechamiento de los subproductos (9). Para la transformación húmeda del fruto de café las dos alternativas de proceso mas empleadas en Colombia son: El beneficio tradicional y el ecológico, mostrados esquemáticamente en la siguiente figura:

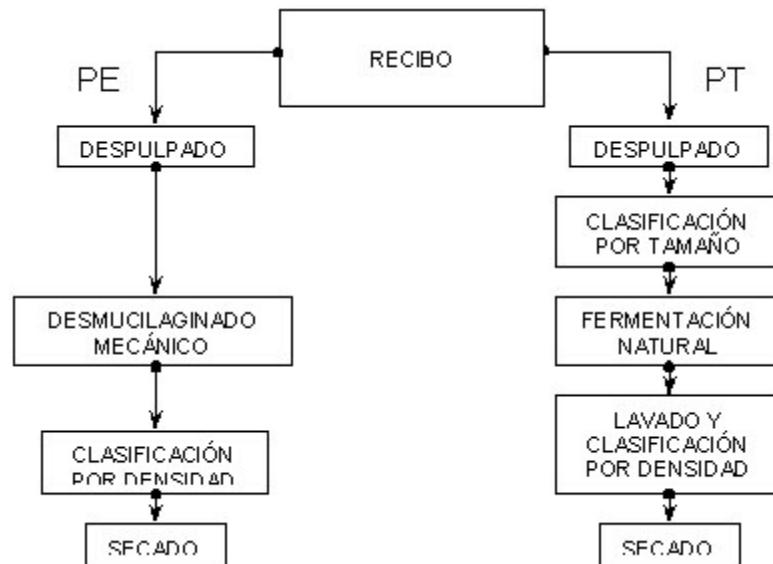


Diagrama de las operaciones típicas en los procesos húmedos para el beneficio tradicional (PT) y ecológico del café (PE).

1.7.1 Beneficio Tradicional del Café: Conocido comúnmente como el beneficio húmedo del café, tiene como principal característica la falta de control en todas las operaciones del proceso. Se diferencia en forma categórica del Beneficio Ecológico por la remoción del mucílago, por los volúmenes de agua empleados y por el manejo de los subproductos del café.

El mucílago es un hidrogel constituido por agua, sustancias pécticas, azúcares y otros compuestos orgánicos, que debe removerse del grano para realizar adecuadamente las labores del proceso posteriores al despulpado como el secado, así como para lograr la conservación de la calidad del café durante el almacenamiento (26).

Luego de despulpado, el grano de café cubierto por la película mucilaginosa (mucílago, miel o baba), es sometido a la "fermentación" espontánea en recipientes donde la degradación de la pectina constitutiva del mucílago, se realiza por las enzimas del fruto y principalmente por las exoenzimas de los microorganismos que fácilmente se propagan en ella, transformándola lentamente desde formas insolubles hasta ácido péctico soluble en agua (2). El mucílago es un buen medio para la propagación de levaduras y bacterias que producen la fermentación y productos metabólicos como alcoholes etílico y metílico, y ácidos acético, láctico, propiónico y urónico.

La fermentación espontánea del mucílago produce pérdidas de peso en el café para la venta alrededor al 2% (16), por la acción metabólica del grano durante los largos períodos de espera (comúnmente 24 horas o más), como consecuencia del consumo de materia seca por la respiración del grano durante el proceso. La fermentación del mucílago es crítica para la conservación de la calidad física y en taza del café. En los casos en que hay poco o ningún control durante la fermentación, la calidad se ve afectada seriamente; el café en taza puede presentar aromas y sabores defectuosos calificados como vinagre, piña, cebolla, rancio o nauseabundo, y granos rechazados con los defectos de negros, parcialmente negros, cardenillos, vinagres, manchados y sucios (17).

Posteriormente a la fermentación del mucílago, el lavado del grano debe efectuarse con agua limpia para garantizar la remoción total del mucílago. En el lavado y clasificación por densidad del café se emplean alrededor de 20 litros de agua por kilogramo de café pergamino seco procesado y una cantidad equivalente para el despulpado y el transporte de la pulpa.

El mucílago desprendido y lavado, normalmente no se emplea en la finca, simplemente se vierte directamente a las fuentes de agua, esta condición se agrava con la adición del agua empleada para el transporte de la pulpa; si se evita que el remanente de la pulpa transportada hidráulicamente termine en las fuentes de agua, se genera una contaminación equivalente a 2,55 Kg. de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y 1,22 Kg. de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por cada arroba de café seco que se procese. En los casos más críticos cuando se arrojan a las quebradas tanto la pulpa y el mucílago del café, la contaminación asciende a 3,59 Kg. de DBO y 3,48 Kg. de SST por arroba de café seco procesado, equivalentes a las excretas de 100 personas en un día (6,27).

1.7.2 Beneficio Ecológico del Café: Desarrollado por el equipo de investigadores de Cenicafe, Roa et al. (1999) lo definen como:

“Beneficio ecológico del café por vía húmeda es un conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza en café pergamino seco, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, lográndose además, el aprovechamiento de los subproductos lo cual representa el mayor ingreso económico para el Caficultor y la mínima alteración del agua estrictamente necesaria para el beneficio” (21).

Destacan que el lavado del mucílago es la única operación del proceso en la cual es necesaria el agua, con el Beneficio Ecológico y Manejo de Subproductos BECOLSUB, se reduce el requerimiento de agua de 40 litros en promedio por kilogramo de café pergamino seco para el proceso tradicional a 1 litro o menos para el proceso ecológico; reducción que adicionalmente permite controlar más del 90% de la contaminación potencial del beneficio húmedo del café (7).

El problema de contaminación generada por el inadecuado manejo y utilización de la pulpa y el mucílago del café, se debe a que parte de esta materia orgánica se disuelve o queda en suspensión en las aguas empleadas, que posteriormente se arrojan a los cauces de la zona cafetera. El proceso natural de descomposición de esta materia orgánica requiere del escaso oxígeno presente en el agua que la contiene, de tal forma que los 600 gramos de la pulpa y el mucílago procedentes de 1 kilogramo de frutos de café, son suficientes para extraer el oxígeno a 7,4 metros cúbicos de agua limpia (21).

La estrategia empleada en el proceso ecológico se concreta en el uso racional del agua, el manejo adecuado de todos los productos en el proceso, el uso eficiente de los recursos, el manejo adecuado de los subproductos y el control de todas las operaciones necesarias para la transformación del café.

La apropiación del proceso ecológico del café por los Caficultores se materializa con la adquisición y adecuada utilización de los módulos BECOLSUB; donde se integra el desarrollo del despulpado sin agua, la remoción mecánica del mucílago,

el lavado y la limpieza del grano con bajo requerimiento específico de agua, debido a la introducción del desmucilagador mecánico de flujo ascendente DESLIM, la disposición simultánea y en flujo continuo de la pulpa y la suspensión altamente concentrada de mucílago e impurezas removidos mecánicamente del grano en un transportador de tornillo sinfín que adicionalmente los mezcla (16,22).

Con la mezcla de pulpa-mucílago concentrados y dispuestos adecuadamente en instalaciones para su manejo, se obtiene un sustrato enriquecido de materia orgánica que permite el cultivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*). El apropiado uso de la tecnología BECOLSUB, con la cual se logra disminuir el tiempo de beneficio del café y mejorar el control del proceso, permite optimizar el aprovechamiento del café con el uso racional del agua, la valoración de los subproductos pulpa-mucílago y la reducción drástica de la contaminación de las fuentes de agua en las zonas cafeteras (21,22).

El control del proceso húmedo del café logrado en una sola etapa con los módulos BECOLSUB permite la reducción de las pérdidas de calidad y de peso asociadas al proceso tradicional (9), con el mejoramiento del ingreso del productor. Efectuada una comparación entre los dos procesos bajo condiciones controladas de laboratorio, se encontró que la diferencia en el ingreso del productor debido al cambio tecnológico puede estar alrededor del 5% a favor del proceso ecológico (7). Fajardo (1997) en el informe final de la investigación, comenta que en las fincas la diferencia a favor del proceso ecológico puede aumentar notablemente debido al uso de sistemas para la clasificación del grano que afectan las tasas de conversión del producto por la "pérdida" de café óptimo con el material rechazado. La condición anterior se combina con sistemas para el beneficio en finca que amplían drásticamente las diferencias entre los procesos por la falta de control adicional y los riesgos que sobre la calidad y el rendimiento del producto implican.

1.7.3 La calidad del café en los procesos de beneficio. La calidad de un alimento está relacionada generalmente con su valor nutricional y con el gusto obtenido durante la ingestión, así como con la ausencia de defectos en la presentación, sin la degradación de sus componentes o la alteración en el sabor, la definición y el control de contaminantes químicos u orgánicos. Para la comercialización y valoración del café, las características sensoriales son más importantes que el valor nutritivo (17,19,20).

El contenido de humedad, la alteración física, la apariencia, la presencia de materiales extraños, el tamaño, la ausencia de defectos, el color y el olor del grano en pergamino, almendra, y tostado, constituyen su calidad física como resultado del control que se haya logrado en el cultivo, la cosecha, el beneficio, la trilla y la torrefacción. La calidad en taza del café se valora teniendo en cuenta atributos como el aroma, la acidez, el amargo, la impresión global y el cuerpo, cualidades que están determinadas genéticamente y alteradas o no en la producción y transformación del grano (9,18).

En la valoración del café en Colombia para la compra al productor, se determinan el total de las faltas a la calidad del café en pergamino seco y en almendra; para el primer caso se establece la proporción de guayabas y medias caras, de grano trillado que ha perdido la mitad o más de su pergamino y de impurezas. En almendra se cuantifica la proporción de "pasillas tradicionales" (ver tabla 1) representadas por los defectos del grano, clasificados dentro de un primer y segundo grupo de defectos, según la norma que para el efecto ha establecido la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (10), donde también se tienen en cuenta aspectos como la humedad, el color, el olor y la infestación por i

**Tabla 1.** Defectos del grano y de la bebida del café de acuerdo con la etapa del proceso de cultivo, beneficio y trilla\*.

Etapa de proceso	Número de defecto**
Cultivo: Contaminación química o microbiana	20
Enfermedades o plagas	1, 3, 8
Deficiencias nutricionales de la planta	1, 5, 10, 16
Recolección	1, 3, 7, 11, 12, 15, 21
Despulpado	3, 7, 12
Fermentación	1, 2, 3, 6, 19
Lavado	3, 6, 20
Secado	1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 19, 20
Almacenamiento	2, 3, 5, 13, 18, 19, 20
Trilla	9, 12, 17

\* Tomado de: PUERTA Q., G. I. La calidad del café. Chinchiná, Cenicafe, 1996, 10 p (17).

\*\* 1 Negro o parcialmente negro, 2 Cardenillo, 3 Vinagre (fermento, *stinker*), 4 Cristalizado, 5 Decolorado (blanqueado, ámbar o mantequilla), 6 Manchado, 7 Mordido, cortado, 8 Picado por insectos (afectado por la broca), 9 Partido, 10 Malformado o deformado, 11 Inmaduro, 12 Aplastado, 13 Flotador o balsudo, 14 Flojo, 15 Negro balsudo, 16 Vano, 17 Astillado y partido, 18 Reposado, 19 Sucio, 20 Sabor fenólico, 21 Materias extrañas.

En otra alternativa desarrollada por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia para la comercialización de café, que se basa en la proporción de almendras exportables presentes en el café seco, se tienen en cuenta los defectos físicos del café, la disminución en peso del grano en la trilla (merma) y el tamaño de las almendras (11).

En síntesis, los defectos más graves en la calidad del café se originan por malas prácticas durante la transformación del fruto; en algunos casos las faltas pueden dar origen a los defectos más críticos de la bebida como el sabor a fermento en todos sus grados\*, a tierra, mohoso y fenólico, que pueden tener como consecuencia el rechazo total del lote de café al momento de la exportación. En general, durante el proceso de beneficio húmedo del café se pueden originar problemas en la calidad por demoras en el despulpado y en el lavado luego de la fermentación; por la mezcla de café de diferentes días en el tanque de

\* Dependiendo del grado de deterioro del grano el sabor a fermento se puede asociar con los siguientes sabores: fruta, que recuerda el de la piña madura; cebolla, ocasionado por la formación del ácido propiónico; agrio, sabor ácido excesivamente agudo relacionado con el sabor del vino; típico, relacionado con el ácido acético; queso, vinagre penetrante; y nauseabundo o stinker.



fermentación; por el uso de aguas sucias o contaminadas; por retrasos y descuidos en el secado; por el empaque y almacenamiento del grano en condiciones inadecuadas o mezclado con otros productos; y por el inadecuado mantenimiento calibración y operación de los equipos e instalaciones para el beneficio.

En el proceso de Beneficio Ecológico del Café se deben tener en cuenta básicamente los mismos cuidados que en el proceso tradicional, éstos involucran un conocimiento detallado de la naturaleza de cada etapa y sus riesgos implícitos, la remoción mecánica del mucílago elimina los riesgos sobre la calidad durante la fermentación del mucílago y durante las demoras en el lavado del grano del proceso tradicional. Oliveros y Roa (16), presentaron una extensa revisión de literatura sobre la influencia del sistema empleado para la remoción del mucílago en la calidad del café y concluyeron que todos los autores que registraron resultados experimentales afirman que la fermentación natural bien conducida no influye en la calidad del café, con relación a los métodos de desmucilaginado rápido (dentro de éstos, el desmucilaginado mecánico), pero que existe el riesgo de deterioro de la calidad por sobrefermentación con tiempos mayores a 20 horas, sumado a la pérdida de materia seca siempre mayor al 1,5% del peso del grano al momento de la venta.

Sin embargo, Fajardo (9), encontró diferencias significativas en la calidad física del café a favor del proceso de Benéfico Ecológico con desmucilaginado mecánico frente al proceso tradicional; con el proceso ecológico se obtuvo menos proporción de frutos sin despulpar, de impurezas y menos almendras con defectos (pasillas tradicionales). En el manejo de los productos perecederos como el café, el tiempo de la poscosecha y el control de las operaciones para su transformación hasta el consumo determinan su calidad, el rendimiento del producto y el adecuado aprovechamiento de los subproductos.

**Tabla 2.** Ingreso medio estimado en cada grupo de caracterización, probabilidad de significancia y diferencia a favor del mayor valor \*\*.

<b>Grupo que caracterizó</b>	<b>Proceso</b>	<b>Ingreso* \$/Kg. CC***</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Diferencia %</b>
CENICAFÉ	Ecológico	358,40 a	0,0256	4,45
	Tradicional	343,13 b		
ALMACAFÉ	Ecológico	380,73 a	0,0062	4,05
	Tradicional	365,90 b		
CALIDADES	Ecológico	372,86 a	0,0964	2,88
	Tradicional	362,41 a		
COOPERATIVA	Ecológico	377,66 a	0,0030	5,19
	Tradicional	359,01 b		
<b>PROMEDIO</b>	Ecológico	<b>372,43 a</b>	<b>0,0053</b>	<b>4,24</b>
	Tradicional	<b>357,27 b</b>		

\* Se establecieron diferencias empleando la prueba F al nivel del 5%, letras diferentes indican diferencias significativas.

\*\* Tomado de: FAJARDO P., I. F. El proceso de beneficio con desmucilaginado mecánico en la selección del café afectado por la broca. Neiva, 1997, 147 p. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.

\*\*\* Valores calculados a precios en la segunda semana de noviembre de 1996. Cambio \$1001,68 pesos por dólar; precio de sustentación para el café tipo Federación \$23.550/@ cps.

1.7.4 Ingreso por venta de café en los dos procesos. En una investigación desarrollada en el Centro Nacional de Investigaciones de Café Cenicafé (7), se encontraron diferencias significativas a favor del proceso Ecológico en el ingreso por kilogramo de café cereza (Kg. CC) procesado (Tabla 2).

Con el proceso ecológico siempre se obtuvo mayor ingreso que con el proceso tradicional, para los diferentes grupos que efectuaron la caracterización y valoración del café. Las diferencias estadísticas, inclusive se observaron para el valor medio de los cuatro grupos.

El mayor ingreso medio (4,24%), por kilogramo de café cereza procesado en el sistema ecológico fue debido principalmente a la mejor calidad física lograda gracias al control del proceso. Sin embargo, en campo la diferencia a favor del beneficio ecológico puede aumentar notablemente por el uso en el beneficio tradicional de sistemas ineficientes de clasificación, que afectan el rendimiento del producto por la "pérdida" de café óptimo, con el material rechazado.

La favorable evolución del sistema de comercialización existente en la época de la investigación hacia el actual, permitirá por la mejor valoración de la calidad del café, el aumento de las diferencias entre los dos procesos para el ingreso del productor. En el sistema anterior se desconocía y no se pagaba la mejor calidad del producto, hoy el café con mejor calidad recibe prima en el precio.

1.7.5 El pago por contaminación hídrica. El que contamina paga; es la filosofía en la aplicación del instrumento económico diseñado por el Ministerio del Medio Ambiente, que tiene como marco legal la ley 99 de 1993 y el decreto 901 de 1997. Se pretende con la aplicación y el cobro de las Tasas Retributivas y Compensatorias, "Aguas limpias para Colombia al menor costo" (13). La introducción del instrumento económico pretende en última instancia mantener la competitividad de la economía durante la búsqueda de la calidad ambiental y el desarrollo sostenible.

Existen tres fuentes principales de contaminación para el agua: las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales y la escorrentía por el inadecuado uso del suelo. La materia orgánica, como los subproductos del café pulpa y mucílago, arrojada a las fuentes de agua consumen el escaso oxígeno presente en la medida que se descompone; reduciéndolo hasta su anulación total, alterando el equilibrio natural de los ecosistemas.

La contaminación en las aguas se puede medir a través de diferentes parámetros, dentro de los cuales se encuentra el conteo de los colibacilos, la materia orgánica, los sólidos suspendidos en el agua (SST) o la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Con la determinación de la DBO se establece la cantidad de oxígeno extraído del agua mientras el material orgánico contenido se degrada y descompone por la acción de los microorganismos. La demanda de oxígeno para la descomposición del material orgánico en el agua restringe su uso y crea la necesidad de un tratamiento adecuado para su utilización.

Antes del diseño de las Tasas, se emplearon sin éxito los instrumentos de comando y control, que son mecanismos fundamentados en el establecimiento de normas de intervención directa, en la fuente, que todos los usuarios deben cumplir sin excepción. El principal defecto de este tipo de instrumentos es la gran inequidad económica que generan entre los distintos agentes contaminadores, dadas las diferencias que existen en los costos de descontaminación que cada uno enfrenta.

Debido a los elevados costos de aplicación y a las distorsiones económicas del sistema de comando y control, en Colombia se diseñó e implementaron las Tasas Retributivas para minimizar el costo de alcanzar la calidad ambiental deseada por la sociedad.

El uso de instrumentos económicos para el control de la contaminación obedece al principio de equimarginalidad, con el cual se pretende que los costos marginales de descontaminación sean igualados entre todos los agentes contaminadores, obteniéndose una solución con el mínimo costo total para la economía y la sociedad.

Las principales características de la Tasa son las siguientes:

- La comunidad regional establece una meta deseada para la reducción total de la contaminación en las fuentes de su área de interés, la meta debe ser verificada semestralmente y dependiendo de el cumplimiento, un factor regional se incrementa o se estanca en el último valor.
- Cada entidad regulada debe pagar la Tasa por el servicio de usar la fuente de agua como receptor de sus desechos.
- La entidad regulada tiene flexibilidad en la forma para reducir la contaminación, buscando reducir sus costos.
- La Tasa se implementa en forma gradual durante cinco años así:
  - . Inicia con una tarifa mínima para cada factor DBO y SST, ( $T_m$ )
  - . La autoridad ambiental competente incrementará la tasa semestralmente con el factor regional ( $Fr$ ).
  - . Genera una presión económica que se incrementa en el tiempo, incentivando a la entidad regulada a informarse sobre la oferta de servicios y tecnologías de descontaminación disponibles.
  - . Presiona a la entidad regulada a priorizar la descontaminación para su sistema y a seleccionar la opción menos costosa posible.
- Al alcanzar la meta de descontaminación la Tasa no se incrementará.
- Produce el mínimo costo para el agente, el sector y la economía al obtener el nivel de calidad ambiental deseada por la sociedad.

La pulpa y el mucílago del café representan en promedio el 60% del peso fresco del fruto; estos dos elementos contenidos en un kilogramo de café cereza pueden extraer todo el oxígeno presente en 7400 litros de agua limpia y degradarla totalmente. La carga contaminante generada por los diferentes tipos de beneficiaderos de café, se puede resumir en la tabla 3, así:

**Tabla 3.** Tipos de beneficiaderos según el manejo de los subproductos del café y la carga contaminante específica generada (6).

Tipo de beneficio	Características	Contaminación generada Kg./ @ cps	
		DBO	SST
BE0	.Uso indiscriminado de agua, arroja la pulpa y el mucílago al río directamente.	3,59	3,48
BE1	.Despulpado y transporte de la pulpa a las fosas con agua arrojando el mucílago al río.	2,55	1,22
BE2	.Manejo adecuado de pulpa con el despulpado y el transporte de la pulpa a las fosas sin agua, desmucilaginado mecánico arrojando el mucílago al río	1,12	0,35
BE3	.Despulpado y transporte de la pulpa a las fosas sin agua, uso indiscriminado de agua en lavado arrojando el primer enjuego a la pulpa.	0,94	0,21
BE4	.Despulpado y transporte de la pulpa a las fosas sin agua, uso de agua en lavado hasta 5 litros arrojando el primer enjuego a la pulpa.	0,54	0,12
BE5	.Beneficio Ecológico: despulpado sin agua, mezcla de pulpa y mucílago con tornillo sinfín, fosas, sin manejo de lixiviados.	0,29	0,04
BE6	.Beneficio Ecológico: despulpado sin agua, mezcla de pulpa y mucílago con tornillo sinfín, fosas, con manejo de lixiviados, evitando la contaminación de una fuente de agua.	0,00	0,00

El pago de las Tasas por contaminación hídrica para cada parámetro: DBO y SST se puede resumir en la siguiente fórmula:

$$TR = Tm * Cc * Fr$$

Donde:

TR: Pago por contaminación hídrica para los parámetros DBO y SST.

Tm: Tarifa mínima para los parámetros DBO y SST expresada en \$/Kg. para la DBO actualmente es de \$69,62/Kg. y para los SST es de \$29,79/Kg.

Cc: Carga contaminante generada sobre la fuente por el agente, establecida en Kg. de DBO y SST.

Fr: Factor regional, para el primer semestre de aplicación es 1, se incrementa semestralmente en 50% de no cumplirse la meta de descontaminación pactada.

Actualmente el pago por contaminación hídrica generada durante cinco años en una finca cafetera, con un sistema tradicional para el beneficio del café, puede representar un costo superior a la inversión para la transformación de su sistema a ecológico.

## 2. SELECCIÓN DE LA MICROCUENCA

Con el fin de lograr un impacto significativo y a futuro desarrollar réplicas del proyecto en otras localidades, se conformó un equipo de personas para determinar los criterios y la selección de la microcuenca, integrado por los Extensionistas del Comité de Cafeteros que laboran en la zona, por el Coordinador de Extensión Municipal y por el Especialista en Evaluación de Proyectos.

Con el conocimiento concreto del objetivo del trabajo y la posibilidad para el desarrollo del proyecto se solicitó al grupo de extensionistas preseleccionar las Microcuencas que ellos considerasen fueran las más adecuadas para la labor. Previo análisis se escogieron las Microcuencas correspondientes a las quebradas Granizales y Villarazo.

### 1.1 Criterios para la selección.

Mediante una metodología participativa se concertaron los criterios de selección y se organizaron en orden de importancia, estableciendo sus factores de ponderación y la valoración de cada criterio para las dos Microcuencas preseleccionadas. Los criterios establecidos hacen referencia a los siguientes aspectos:

- a. Organización y participación comunitaria. La estructura organizativa de la población afectada será la clave del éxito para el desarrollo del proyecto, el trabajo en equipo, la auto gestión y la generación de propuestas para la solución de sus problemas se tuvo en cuenta como principal criterio para la selección. Comunidades con esquemas de organización y elevada participación en las decisiones fueron preferidas, la identidad gremial alrededor del café y la asignación de importancia por las actividades conjuntas fueron destacadas.
- b. Concentración de área destinada a la producción cafetera. Se prefirió una Microcuenca con predios que en su mayoría tuviesen producción de café y que éste fuese el cultivo de mayor importancia.

- c. Receptividad institucional. La apertura de la comunidad al trabajo institucional con alto grado de aceptación a las labores desarrolladas, y con cuestionamientos razonables como resultado de la baja intervención externa en los procesos comunitarios.
- d. Nivel de tecnificación y productividad. Establecido como el grado de adopción de las prácticas de cultivo más adecuadas para alcanzar las mayores producciones de café por unidad de área, de acuerdo con las limitaciones agroclimáticas de la zona.
- e. Adopción previa de la tecnología BECOLSUB. Fue preferida una Microcuenca con baja adopción previa del Beneficio Ecológico del Café, el efecto demostrativo será mayor en la medida que hayan más usuarios para demostrarlo y los costos por usuario disminuyen en la medida que estén más concentrados. Los mayores puntajes se asignaron a las Microcuencas con productores que efectúan un deficiente manejo y/o utilización de los subproductos del café pulpa y mucílago.
- f. Perfil productivo del Caficultor. La heterogeneidad en el tamaño de los productores, establecido como la producción en arrobas de café pergamino seco por año (@ CPS/año), se tuvo en cuenta para la selección; fue preferida la Microcuenca con mayor heterogeneidad en los productores.
- g. Facilidad para el acceso. Se tuvo en cuenta la facilidad para realizar las actividades de convocatoria y acceso a la comunidad por los diferentes medios de comunicación.
- h. Electrificación rural. Se prefirió una zona que presentara facilidad para la conexión de equipos a la red eléctrica en capacidad y cobertura.
- i. Orden público. Se prefirió una zona donde el conflicto armado tuviese baja o nula incidencia.

Los criterios se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Criterios de selección de la microcuencia, factores de ponderación y calificación de alternativas.

Criterio	Deseadó	Factor %	Granizales	Villarazo
• Organización y participación comunitaria	Alta	25	9	7
• Concentración de área destinada a la producción cafetera.	Alta	20	8	7
• Receptividad Institucional.	Alta	15	9	7
• Nivel de tecnificación y productividad.	Alta	8	8	6
• Adopción previa del Beneficio Ecológico.	Baja	7	6	9
• Perfil productivo del caficultor.	Heterogénea	7	8	6
• Facilidad para el acceso.	Buena	6	10	8
• Electrificación rural.	Alta	6	10	8
• Orden público.	Buena	6	10	10
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>8,62</b>	<b>7,29</b>

El resultado del ejercicio permitió seleccionar la microcuencia de la quebrada Granizales como la mejor alternativa para la ejecución del proyecto.

## 2.2 Área de Interés<sup>1</sup>

El municipio de Chinchiná limita la norte con el municipio de Palestina, al nororiente con el municipio de Manizales, al sur con el departamento de Risaralda, al oriente con el municipio de Villamaría y al occidente con el municipio de Risaralda-Caldas.

La estructura económica regional se fundamenta en el cultivo del café, que ha permitido el fortalecimiento de una identidad propia y reconocimiento internacional como polo de desarrollo en la producción cafetera; las características agroecológicas del municipio proveen condiciones excepcionales para alcanzar los mejores rendimientos en el cultivo.

La superficie territorial es de 11.129 hectáreas<sup>2</sup>; con 1.563 predios rurales, de los cuales el 59% tienen menos de tres hectáreas de superficie y el 14% entre tres y cinco hectáreas y solamente 15 predios presentaron áreas superiores a 100 hectáreas e inferiores a 500; mostrando una marcada distribución de la tierra hacia el minifundio.

<sup>1</sup> Agenda para la gestión del municipio de Chinchiná, 1999.



El piso térmico Predominante en el municipio es el templado correspondiéndole el 87% del área total, el frío con el 7,4% y el cálido con el 5,8%. La cabecera municipal se ubica a una altura de 1355 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 21 grados centígrados, y una distancia de 22 Km. de la capital departamental.

La hidrografía municipal pertenece a la vertiente occidental de la cordillera Central, en la parte media de la hoya hidrográfica del río Cauca. El área de interés tributa a la cuenca del río Campoalegre, fuente que nace en el parque Nacional Natural de Los Nevados en el nevado de Santa Isabel, recorre una distancia de 61,5 Km. hasta su desembocadura en el río Cauca. En su trayecto recibe las aguas de la quebrada El Trébol, que a su vez toma las aguas de la quebrada Granizales. La cuenca del río Campoalegre es de especial importancia porque en la zona media, parte de las agua se captan para abastecer los acueductos de los municipios de Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal en el departamento de Risaralda y para los municipios de Chinchiná y Palestina en Caldas, con el aporte adicional al embalse de Cameguada para la generación de energía eléctrica.

Respecto al último censo de 1993, y de acuerdo con las proyecciones para el 2005, la población en la cabecera municipal presentará un crecimiento del 16,85%, pasando de 51.202 habitantes en 1993 a 61.584 en el 2005, a diferencia del resto del municipio que se disminuirá en un 5,3%. La densidad poblacional en el municipio de Chinchiná es de 714,2 habitantes / Km<sup>2</sup>, superior a la registrada en el departamento de Caldas de 147,54 habitantes / Km<sup>2</sup>.

Las actividades que generan mayor empleo en la región son la agricultura y la ganadería con una participación del 34,48%, seguidas del comercio con el 12,79%, la industria manufacturera con un 5,5%, la construcción con 4,68% y la enseñanza con un 2,5%.

Según el censo del DANE en 1993, de las 10.038 viviendas particulares ocupadas con personas presentes, 8575 correspondían a la cabecera municipal y 1.463 al resto del municipio. El servicio de acueducto se encuentra dando cobertura al 95,5% de los 11.547 hogares encuestados, el 3% toman el agua directamente de ríos, quebradas o nacimientos y el resto de otras fuentes.

<sup>2</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 1999.

El acueducto de la cabecera municipal es administrado por EMPOCALDAS, con dos plantas de tratamiento que reciben las aguas por gravedad provenientes de la quebrada los cuervos y el río Campoalegre, con cobertura del 98% de la cabecera municipal. El consumo residencial promedio es de 125,45 L/hab/día. De acuerdo con la capacidad de producción, estado actual de las plantas de tratamiento y las proyecciones de crecimiento poblacional, se deduce que se podrían suplir las demandas de agua durante los próximos 10 a 12 años, con posibilidad de ampliación de dos o tres años más, si se reducen las pérdidas actuales (51,43%) al 30%.

En cuanto a servicios públicos, el diagnóstico del sector agropecuario, considerado en el actual plan de desarrollo, define para las 1.485 viviendas rurales, una cobertura en energía eléctrica del 97,2%, servicio de acueducto del 64,6%, alcantarillado del 41,9% y servicio telefónico del 23,2%.

Los acueductos del sistema de abastecimiento hídrico rural, se componen básicamente de bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento, redes de conducción y de distribución sin tratamiento para la potabilización.

El alcantarillado de la cabecera municipal es de tipo combinado sin ningún sistema de tratamiento para las aguas residuales; con cobertura del 97,2% de las viviendas, algunas poseen sistema independiente con vertimientos directos a quebradas aledañas y el 1,7% no cuenta con el servicio. La tubería actual tiene varias conducciones en servidumbre, inadecuadas en perfil y en trazado e insuficientes hidráulicamente.

Algunos sectores de la zona rural cuentan con soluciones individuales para la disposición de aguas servidas como pozos sépticos, o se vierten directamente sin ningún tratamiento a las fuentes de agua más cercanas, siendo ésta, la condición más frecuente.

La producción de energía eléctrica es uno de los componentes más importantes del municipio, generando 2,5 veces el consumo actual del municipio, cuenta el sistema municipal con 9.229 suscriptores facturados en 1998, para una cobertura del 100%.

En el sector primario de la economía, la agricultura es la actividad más importante, teniendo como base el ingreso por la producción y comercialización del café, debido a la alta tecnificación de los cultivos, con inigualables condiciones agroecológicas, y a la mayor participación de este cultivo dentro de las actividades de la población rural; en el departamento, Chinchiná es el segundo productor de café y el más tecnificado después del municipio de Palestina.

En la encuesta cafetera de 1997, se estima para Chinchiná un área sembrada en café de 5.786 hectáreas, con participación de 6,3% en el área departamental.

El 97,1% del área sembrada en café está tecnificada, sembrada en variedad Colombia y Caturra, con predominio a plena exposición solar y con uso intensivo de agroquímicos.

Seguido al café, está el plátano como segundo renglón agrícola del municipio; en 1998 la UMATA reportó un área de 3.179 hectáreas asociadas con café, siendo la variedad predominante el Dominico Hartón, con comercialización primordial en las ciudades de Manizales, Cali y Medellín.

Los cítricos presentan un lugar importante de la actividad agrícola, con 710 hectáreas, cultivadas principalmente con naranja valencia y tangelo, mandarina Arrayana y Oneco; en menor escala el limón Tahití y Pajarito. La destinación tiene como principales mercados las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, en menor proporción la industria de jugos. Otros productos de importancia son el tomate Chonto, la caña panelera, el maíz, el frijol y en pequeña escala la yuca.

La participación pecuaria es limitada, con ganadería bobina en sistemas de producción intensiva de doble propósito y ceba, en menor participación vacas de ordeño. El área dedicada a pastoreo es poco representativa dentro del municipio, comparada con la superficie total, dada la vocación cafetera. Otras explotaciones pecuarias tiene el aprovechamiento de la avicultura, la porcicultura, la apicultura, la piscicultura y la lombricultura.

En el sector secundario, la mayor parte del ingreso lo proveen las actividades agropecuarias en el subsector agrícola y dentro de éste, el café tecnificado, que se presenta como el renglón con mejor mercado por la estabilidad de su estructura comercial.

El sector terciario ha sido fortalecido por la actividad comercial, teniendo relación directa con la agricultura, la industria cafetera, la ganadería, la generación hidroeléctrica, el turismo, la investigación y el conocimiento sobre la tecnología del café, la microempresa y las ferias ganaderas.

La actividad turística se presenta como un buen potencial para el desarrollo económico y social del municipio, motivada por su patrimonio cultural, ubicación geográfica, el estado de las vías, la tecnificación del café y su productividad, el sistema de generación hidroeléctrica, la infraestructura agroindustrial, los centros de capacitación, la investigación y el desarrollo agropecuario, que en conjunto fortalecen el turismo empresarial, industrial, agropecuario y científico.

#### 1.1.1 Los conflictos ambientales.

Asociados al agua: El desarrollo de la región ha estado asociado a múltiples actividades productivas que ejercen gran influencia sobre las fuentes hídricas. En el casco urbano, la principal fuente de contaminación hídrica proviene de las viviendas e industrias urbanas que vierten sus aguas residuales a la quebrada Cameguadua y al río Chinchiná; de las unidades productivas rurales proviene el otro gran componente contaminante, con la descarga directa a las fuentes de agua de las aguas contaminadas resultantes del beneficio del café y de la actividad doméstica. Las fuentes hídricas rurales que presentan mayor nivel de contaminación son El Guacamayo, Granizales, La Ínsula, Guayabal, La Pradera, y La Cristalina.

Las microcuencas de las quebradas Granizales y Guaymaral, presentan desprotección vegetal, generando disminución progresiva del volumen de agua que abastece los acueductos mencionados, evidenciando los problemas de disponibilidad y calidad de agua.

El suministro, la disponibilidad y calidad del agua para la mayor parte del municipio se considera deficiente, por disminución de los caudales disponibles, por la inadecuada utilización del servicio, por el deterioro de las cuencas o por fallas en el sistema de abastecimiento.

Asociados al suelo: Debido a la diversidad topográfica, hidrológica y de uso de los suelos en sectores urbanos y rurales del municipio, se presentan problemas geotécnicos de diversa índole, que se manifiestan con remociones en masa por la fragilidad física de los suelos, y que afectan áreas considerables o sectores puntuales. Estos eventos ocasionan riesgo potencial de tipo económico y social, como es el caso de la Microcuenca de la quebrada Granizales donde en época de lluvias los deslizamientos del suelo son frecuentes.

2.2.2 Las acciones para la gestión ambiental municipal. Para fortalecer y apoyar la creación de mecanismos que faciliten la gestión ambiental de las administraciones municipales, la Corporación Autónoma Regional, en este caso CORPOCALDAS, diseñó la Agenda para la Gestión Ambiental del municipio. Como base para el mejoramiento ambiental propone los programas:

- Fortalecimiento institucional.
- Desarrollo del ordenamiento ambiental territorial.
- Preservación, conservación y recuperación de la oferta ambiental.
- Educación Ambiental.
- Servicios públicos y saneamiento.
- Prevención de emergencias y desastres.
- Gestión ambiental regional.
- Implantación y aplicación de tecnologías apropiadas.

El programa que estaría más acorde con los lineamientos del presente proyecto por sus características es la "Implantación y aplicación de tecnologías apropiadas", que abre un espacio importante para la gestión y adquisición de recursos, vía desarrollo del proyecto.

El propósito del programa es: "Potencializar e incorporar las tecnologías ambientalmente sanas, que posibiliten el aprovechamiento racional y sostenible de los ecosistemas naturales, sustituyan insumos, optimicen los procesos productivos, reciclen o reutilicen los desechos, mejorando el uso de los recursos energéticos e hídricos, a la vez que se disminuyen los niveles de degradación ambiental" ; con las siguientes acciones:

- Difundir el desarrollo y uso de tecnologías alternativas para el beneficio del café y manejo de desechos resultantes de los procesos agropecuarios e industriales.
- Implementar sistemas de producción agropecuaria eficiente, que eviten la degradación de suelos y ecosistemas naturales, fortaleciendo los sistemas de producción local limpia, involucrando a productores en procesos con enfoques agroecológicos.
- Desarrollar un sistema de manejo alternativo para los agroecosistemas cafeteros con degradación de suelos.

### 2.3 Identificación de la microcuenca.

La microcuenca de la quebrada Granizales está ubicada en el departamento de Caldas en la zona occidental Andina de Colombia, Sur América; al sur occidente del municipio de Chinchiná, es tributaria de la quebrada La Estrella y parte de la cuenca del río Campoalegre, que a su vez desemboca en el río Cauca y se encuentra localizada entre las coordenadas 1'036.250 a 1'036.500 Este y 1'168.500 a 1'168.800 Norte; comprende parte de las Veredas El Guacamayo, El Trébol, Bajo Español y La Estrella.

El área está limitada al norte por las veredas La cachucha y La Floresta, al sur por el departamento del Risaralda, al oriente por la vereda El Bajo Español y al occidente por la vereda El Trébol.

Corresponde a la clase agrológica IV, con alturas que varían entre los 1.350 y los 1.750 metros sobre el nivel del mar, presenta precipitación bimodal para una

lámina de agua media entre 2.000 y 2.100 mm anuales. Las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de abril y mayo, y entre septiembre y noviembre. El período de estiaje normalmente está comprendido entre los meses de junio y agosto con precipitación inferior a 50 mm mensuales.

El brillo solar oscila entre 1500 y 1600 horas luz / año, con una humedad relativa superior al 80% y vientos con velocidades entre 4 y 7 metros por segundo. La evapotranspiración potencial se encuentra entre 840 y 1430 mm al año.

Con paisaje geomorfológico de montaña y relieve inclinado a escarpado, laderas cultivables de pendientes entre 15 y 50%, suelos con tendencia ácida, profundos, con material parental compuesto principalmente de arcillas y areniscas, equilibrados en nutrientes, susceptibles a la erosión. Dentro de las propiedades físicas de los suelos se destacan la alta porosidad y aireación, con buenas características para la conductividad hidráulica e infiltración.

El suelo se clasifica según su uso como tierras con buena aptitud para las actividades agrícolas, con productividades medias a altas según el grado de tecnificación de los cultivos. El uso recomendado es de cultivos permanentes como el café en asocio con otros cultivos de largo plazo como árboles maderables y sistemas silvopastoriles.

Las principales corrientes hídricas en la zona son las quebradas La Estrella, El congala y Granizales. La quebrada Granizales abastece los acueductos de El Trébol, Morro Azul, La Cachucha, El guacamayo, Buenavista y el caserío de El Guayabo. Los aforos realizados en las cuatro bocatomas existentes en 1993 permitieron estimar un caudal de 36 L/s.

El acueducto El Trébol se abastece de agua captada en la Microcuenca de la quebrada Granizales, consta de dos bocatomas, surte las veredas El Trébol, Buenavista y Altamira. El sistema posee 296 conexiones que benefician a 320 familias con cobertura a 1.600 personas. El sistema es administrado por la Asociación de Usuarios de Servicios Colectivos de la vereda El Trébol, AUSAVET, que posee personería jurídica. El servicio de suministro en calidad y cantidad

es muy deficiente, sin cobertura total sobre la población actual, en especial en épocas de cosecha cafetera, cuando es evidente la contaminación del agua por residuos del café. En el sector se adelanta un proyecto de urbanización para 68 viviendas de interés social que no cuenta con disponibilidad de agua.

Las principales fuentes de contaminación hídrica provienen de:

- Vertimiento directo de las aguas servidas de viviendas rurales.
- Vertimiento directo de las aguas utilizadas y de los subproductos mucílago y pulpa generados en el beneficio del café.
- Excrementos animales y degradación de los cauces por libre acceso de semovientes.
- Aguas de escorrentía y lixiviados con carga de agroquímicos aplicados durante las actividades agropecuarias.
- Vertimiento directo de basuras.
- Sedimentación del material erosionado en las laderas.

Con el panorama descrito, respecto al recurso agua y su influencia sobre la población dependiente de la Microcuenca Granizales, se hace indispensable el mejoramiento del estado actual de la calidad del agua con la reducción de la presión contaminante que ejerce el beneficio del café y las aguas residuales domésticas sobre la fuente.

La microcuenca de la quebrada Granizales presenta un cauce principal con una longitud de 1,257 Km., con dirección sur-nororiente, que nace en la vereda Bajo Español en una altura aproximada a los 1.680 msnm, desemboca en la quebrada La Estrella a 1.350 msnm.

El área de la microcuenca destinada a la explotación agropecuaria se emplea en el cultivo del café, cítricos, plátano, frutales y pastos, también existen explotaciones avícolas, porcícolas y piscícolas. La población residente cuenta con el apoyo de instituciones en la asistencia técnica como el Comité Municipal de Cafeteros, la Unidad Municipal de asistencia Técnica y ocasionalmente el SENA y la Corporación Autónoma Regional CORPOCALDAS.



Las unidades productivas cuentan especialmente con un sistema de administración y mano de obra familiar, los productos se comercializan en el mercado local, presentan una estructura de costos elevada por ineficiencia en los procesos, con capital de trabajo provenientes de fuentes crediticias y nivel de rentabilidad media.

El material predominante de las viviendas empleado para las paredes es el bahareque y los muros en mampostería, para el piso el cemento y el suelo directo, las cubiertas normalmente están elaboradas en hojas de zinc.

La población cuenta con un buen nivel de organización y participación comunitaria expresadas a través de una Junta de Acción Comunal, una Junta Administradora del acueducto, una Asociación de Padres de Familia y dos Grupos de Gestión. En la microcuenca se encuentra ubicada una escuela rural para educación primaria con 35 niños.

El área total de las unidades con vertimientos al cauce es de 648,27 hectáreas, y destinada a la producción de café son 426,48 hectáreas, con una productividad media de 173,4 @ de café pergamino seco por hectárea al año. La renovación de los cafetales por el sistema de zoca o siembra nueva se logró en 18% del área total sembrada en el año 2.001; la fertilización se efectúa principalmente durante los meses de lluvia; el control de la broca del café se debe efectuar con la recolección oportuna de los frutos maduros, sin embargo, la labor se ha efectuado últimamente en forma deficiente, lo que ha conllevado a que los niveles de afección del insecto actualmente estén entre el 4 y el 6,5%.

El área de la Microcuenca de la quebrada Granizales presenta riesgos naturales moderado y bajo por deslizamientos, condición que se acentúa en las áreas de malos manejos de la cobertura vegetal, asociados a la pendiente del terreno con la estructura del suelo.

El tipo de suelo definido por el IGAC<sup>3</sup> del área en la Microcuenca de la quebrada Granizales, se clasifica como Consociación Chinchiná y presenta como características más relevantes un relieve quebrado a fuertemente quebrado,

<sup>3</sup> Agenda Para la gestión Ambiental del municipio de Chinchiná, 1999.

pendientes del 12 – 25 y 50%, vertientes de montaña de clima medio húmedo y muy húmedo. Suelos profundos, ricos en materia orgánica, bien drenados, bien aireados, de color negro a pardo muy oscuro y ligeramente ácidos, originados a partir de espesos depósitos de cenizas volcánicas. En el área se encuentra como principal cultivo de explotación agrícola el café tecnificado, en menor escala a plátano, yuca, frijol, maíz y frutales.

La calidad del café está afectada principalmente por la falta de control en operaciones críticas como la recolección, el despulpado, la fermentación y el secado, presentándose los siguientes defectos como los más sobresalientes:

En la calidad física las impurezas en 2,0%, el grano pelado en 2.8%, y las guayabas o medias caras en 3,5%, en almendra se observan defectos a la calidad alrededor del 6,5% del café como pasilla tradicional; la calidad en taza presenta los siguientes defectos: sabores a fermento, vinagre, inmaduro y químico, sumados todos en un 19,64% de las muestras del café producido en la zona. El factor de rendimiento observado presentó un valor medio alto de 94,66 Kg. de café seco para obtener un saco de 70 Kg. de café excelso, cuando para el café tipo Federación, como máximo deben ser 92,2 Kg. por saco, siendo éste un indicador de las deficiencias existentes en el proceso del café en la zona.

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para lograr un adecuado desarrollo socioeconómico, es necesario establecer una cadena ordenada de prioridades. La identificación de los problemas y las necesidades de la población Colombiana, es uno de los pasos fundamentales para la realización de proyectos de inversión.

Por consiguiente, cada proyecto y cada programa debe estructurarse de acuerdo con las necesidades definidas. Una de las metodologías que aportan en mayor grado a la identificación de situaciones de referencia y su área problemática, es la metodología de Investigación – acción – participativa, que permite plantear soluciones integrales a cada situación de referencia a través de un plan. Dicha metodología fue empleada en el presente trabajo con el fin de detectar los problemas que enmarcan la situación de referencia.

La aplicación de esta metodología permitió la integración de los diferentes enfoques de la situación problemática considerando la participación de los diversos sectores involucrados en el proceso, la percepción que tiene la comunidad sobre una situación específica, y a través de un análisis detallado, la comunidad planteó alternativas de solución a los problemas identificados.

#### 3.1 Equipo de trabajo

Se estructuró un equipo de trabajo involucrando a representantes de la comunidad, del Comité de Cafeteros y el Especialista en Evaluación de Proyectos.

#### 3.2 Sensibilización para la situación de referencia:

Se presentó la situación de referencia alrededor del proceso del café en la zona, teniendo en cuenta, con estadísticas departamentales y municipales, las pérdidas de café, de su calidad y del ingreso del caficultor, así como la contaminación de las aguas asociadas al beneficio tradicional.

Se efectuó una descripción de la situación de referencia analizando la obsolescencia en la tecnología de proceso y la falta de claridad en los conceptos alrededor del mejor aprovechamiento del café y sus productos durante el beneficio, condición que ha menguado el ingreso del productor y la competitividad del café Colombiano.

### 3.3 Análisis de los Sectores:

Alrededor de la situación de referencia se planteó el siguiente análisis.

#### 3.3.1 Político:

Legislación Relacionada: Carta Fundamental o Carta Magna de 1991, artículo 79, 226, 80, 81, donde se reconoce el medio ambiente como patrimonio de la sociedad y encarga al estado de su protección.

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta el uso del agua y los residuos líquidos. Tiene como filosofía el comando y control del recurso agua para la protección del medio ambiente.

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental.

Decreto 901 de 1997. Mediante el cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de estas.

Ley 372 de 1997. por la cual se establece el Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Incentivos tributarios: La política ambiental colombiana busca en aras de sus objetivos, introducir elementos como las tasas retributivas por vertimientos puntuales que lleven al logro de metas ambientales al mínimo costo posible

para la economía y para el sector regulado. Además, es importante tener en cuenta que existen oportunidades tributarias para que el sector regulado realice inversiones ambientales lo que representa un estímulo adicional para buscar tecnologías de producción limpia y de descontaminación que resulten menos costosas.

La producción limpia es una estrategia de mejoramiento continuo de los servicios y procesos productivos para disminuir el impacto ambiental, mejorar las empresas en términos competitivos y avanzar hacia el desarrollo sustentable. Intenta reconsiderar, además de la reducción de residuos de todo tipo, la eficiencia de procesos; es decir, aumentar el rendimiento del uso de los recursos y mejorar la eficacia de los procesos, la utilización del agua y de la energía. En Colombia, existen los siguientes incentivos en la legislación ambiental relacionados con la situación de referencia:

Exención sobre el impuesto a las ventas por inversiones en control ambiental y el incentivo para inversión en control y mejoramiento ambiental.

El marco legal vigente está relacionado con la situación de referencia por la contaminación que se genera actualmente con el uso de sistemas tradicionales ineficientes para el beneficio del café.

### 3.3.2 Social:

Personal necesario para el desarrollo del proyecto: Es necesario contar con personal calificado y conocedor del tema de beneficio y calidad de café, para esto se contará con la empresa Distagro E.U. que actualmente presta los servicios de asesoría para el mejoramiento del proceso, diseño de las transformaciones de los beneficiaderos tradicionales a ecológicos, suministro, instalación, mantenimiento y reparación de los equipos para el proceso.

Las posibilidades de contratación del personal para las labores no calificadas en la región son muy favorables teniendo en cuenta la sobreoferta de mano de obra que existe en el departamento de Caldas, y el alto índice de desempleo.

### 3.3.3 Económico:

Se espera que el proyecto afecte las siguientes variables:

**Empleo:** Se presenta una situación favorable de generación de empleo directo (prestación de servicios para el desarrollo del proyecto, fabricación de equipos, adecuación y construcción de obras civiles e instalaciones) e indirectos (capacitación del personal, proyectos alternativos para la utilización de los subproductos del café, proveedores de tecnología, proveedores de servicios complementarios).

**Ingreso:** Considerando que el proceso de beneficio tradicional genera pérdidas de calidad y de peso del café y elevados costos, y por consiguiente reducción del ingreso de las familias cafeteras, con el proyecto se espera disminuir las pérdidas y los costos de operación, de tal forma que se logre un margen de utilidad directo para las familias cafeteras al adoptar la tecnología de beneficio ecológico.

Adicionalmente el proceso de beneficio ecológico permite el aprovechamiento y valoración de los otros productos resultantes (pulpa, mucílago), con la posibilidad de obtener ingresos adicionales por su valoración dentro de la cadena productiva.

El fortalecimiento de la imagen del producto por la apropiación de la tecnología limpia, permitirá desarrollar nichos de mercado para la comercialización de cafés especiales obtenidos en forma ecológica, por el cual, el consumidor está dispuesto a pagar un precio superior.

**Dinámica Económica de la región:** Se espera que con el desarrollo del proyecto se dinamice la economía local ya que se ejecutarán inversiones que requerirán de recursos regionales, se aumentará el ingreso de los productores y su capacidad de consumo.

Con la disminución de pérdidas en la calidad del café, se logrará aumentar la competitividad del producto, por la disminución de los costos para la adecuación del café en trilla para la exportación y se reducirán los riesgos del rechazo del grano en el puerto.

Factores de Producción: Existe una gran oportunidad con la utilización de la tecnología más avanzada del mundo para el proceso húmedo del café, compuesta de: módulo BECOLSUB, tolva para recibo de café sin agua, manejo y transporte de los productos con sistemas no hidráulicos (gravedad o mecánicos), fosas para disponer la mezcla de la pulpa y la miel e instalaciones para el compostaje del material orgánico utilizando lombricultivo.

En cada caso se dispondrá de una planta física que cuente con los servicios de energía y agua como mínimo, con espacios apropiados para el almacenamiento temporal del producto, condiciones que corresponden a las instalaciones que actualmente poseen los caficultores para el beneficio del café.

Para el manejo del café cereza se tendrá en cuenta la calidad de la recolección, aspecto que será tratado en la capacitación de los productores para la ejecución del proyecto.

Para la implementación del proyecto es necesario disponer de recursos financieros para la inversión en: adecuación de la planta física, la adquisición de equipos y tecnología, la asesoría, el diagnóstico y la definición de alternativas, el seguimiento y la evaluación.

Se prevé la financiación del proyecto con el aporte de los caficultores y Entidades del sector, se gestionarán recursos provenientes de Organizaciones No Gubernamentales y posibles créditos con entidades financieras.

#### 4.3.4 Ambiental

En el sistema de beneficio tradicional donde se obtiene café pergamino seco, es común encontrar ausencia de control en todas sus etapas con el uso y deterioro de 40 litros o más de agua limpia por cada kilogramo de café pergamino seco que se produce, donde se evidencian pérdidas de café y de los subproductos (100% del mucílago y 50% de la pulpa). La pulpa y el mucílago contenidos en un kilogramo de café cereza en un proceso natural de oxidación al contacto con el agua, pueden retirarle todo el oxígeno a 7,4 metros cúbicos de agua limpia, consecuencia en un 72% por la pulpa y en un 28% por el mucílago.

Con el proceso de beneficio ecológico de café, se logra:

- Disminuir el uso de agua en un 97 %.
- Controlar la contaminación potencial del beneficio húmedo tradicional en un 92 %.
- Utilización y valoración de la pulpa y el mucílago sin arrojarlos al ambiente
- Eliminar el deterioro del paisaje.

Alrededor de la contaminación existen conflictos en las comunidades rurales generados por la problemática ambiental en cuanto a:

- Contaminación de las fuentes de agua para consumo humano generados por las excretas humanas y animales, vertidas aguas arriba de los puntos de captación de los acueductos.
- Pulpa y miel arrojadas a las mismas fuentes de agua.

#### 3.4 Posibilidades de negociación:

Para la ejecución del proyecto se deberá contar preferiblemente con la participación de las entidades del gremio, del gobierno local y departamental, de la Corporación Autónoma Regional y de la empresa privada.



El interlocutor del proyecto es la empresa Distagro E.U., que desarrolló la formulación y la evaluación del proyecto, está en capacidad de suministrar los elementos necesarios para su puesta en marcha, con la asesoría y capacitación de las personas involucradas, el suministro de los equipos y su instalación, la construcción de las obras, el acompañamiento y el seguimiento en el desarrollo del proyecto.

Para el financiamiento del proyecto (recursos para la inversión) se puede recurrir a líneas potenciales de crédito de FINAGRO con las cuales se puede obtener un incentivo a la capitalización rural (ICR).

### 3.5 Listado de problemas (técnica: lluvia de ideas).

Para la determinación de los problemas alrededor de la situación de referencia se realizaron dos sesiones de trabajo:

Primera sesión:

Grupo 1:

- Por la deficiencia en los equipos e instalaciones:
  - . Pérdida de calidad.
  - . Pérdida de peso.
  - . Labores extenuantes.
- Por la falta de control en la finca durante el beneficio húmedo:
  - . Pérdida de calidad.
  - . Perdida de peso.
  - . Perdida de subproductos (pulpa y mucílago).
  - . Utilización y degradación de grandes volúmenes de agua.
  - . Contaminación de las fuentes de agua en las zonas cafeteras.
  - . Costos adicionales por el pago de las Tasas Retributivas.
  - . Alteración de la salud de la población.
  - . Deterioro del paisaje.
  - . Mal aprovechamiento de la capacidad energética instalada.
  - . Carga laboral excesiva para el Caficultor en épocas de cosecha.

- . Costos elevados para la transformación de beneficiaderos tradicionales a ecológicos.
- . Pérdidas de producto por robo.
- . Serias dificultades para el secado del café

Por la falta de capacitación y adiestramiento sobre el proceso.

- . Pérdida de competitividad de los productores.
- . Traslado de utilidades del gremio a intermediarios.
- . Distorsión del mercado.
- . Pérdida de ingreso de los Caficultores.

Grupo 2:

- . Poca credibilidad de los caficultores en el futuro del café.
- . Contaminación del agua causada por procesos de beneficio tradicional.
- . Pérdidas de calidad de café causados por un mal beneficio.
- . Deficiente tecnología para el proceso de beneficio del café.
- . Alto costo de la tecnología requerida para el beneficio teniendo en cuenta que los caficultores de la región son minifundistas y no poseen gran capital de trabajo.
- . Pérdidas significativas de calidad y peso del café en la recolección y el beneficio.
- . Deficiente uso del mucílago y la pulpa del café.
- . Alto costo de la mano de obra ligada a la recolección.
- . Pérdida de café por robo.
- . Variación en los precios internacionales del café.
- . Alto consumo de agua y electricidad para realizar el proceso de beneficio,
- . Participación pasiva de las Cooperativas en el proceso de comercialización para los cafés de mejor calidad.

Segunda sesión:

Problemas:

- . Deficiencias en la calidad del café pergamino seco asociadas al beneficio.
- . Pérdidas o reducción del ingreso del caficultor.
- . Gran utilización de agua en el proceso (uso o deterioro).
- . Pérdidas de los subproductos del café.
- . Deficiencia en el sistema de secado.

- . Prácticas inadecuadas de transformación de café cereza a café pergamino seco por parte del caficultor.
- . Desconocimiento de los caficultores sobre tecnologías adecuadas.
- . Participación pasiva de las Cooperativas en la valoración del café.
- . Riesgos de robo de café en las fincas.
- . Poca utilización de subproductos del café.
- . Altos costos para la transformación de beneficiaderos tradicionales a ecológicos en la finca.
- . Impactos ambientales negativos en el beneficio tradicional.

Tercera Sesión: con base en la lluvia de ideas se identificaron cuales son realmente los problemas relacionados con la situación de referencia.

Listado de Problemas definitivo:

- . Participación pasiva de las Cooperativas en la valoración del grano y pérdida de la competitividad del productor.
- . Pérdida de ingreso del caficultor y su familia.
- . Pérdida de calidad y peso del café por el beneficio tradicional ineficiente y la falta de sistemas efectivos para el secado del café.
- . Traslado de utilidades del gremio a intermediarios.
- . Pérdida de café por robo.

### 3.6 Priorización de los problemas:

La óptica de la situación de referencia analizada es el mejoramiento del ingreso del caficultor con la disminución de pérdidas en el proceso.

**Tabla 5.** Determinación de los problemas y su priorización.

PROBLEMAS	Calificación media	Factor de peso	Valorac.	observaciones
. Participación pasiva de las Cooperativas en la valoración del grano y pérdida de la competitividad del productor.	7.67	0.13	1.00	Segundo componente
. Pérdida de ingreso del caficultor y su familia.	9.00	0.23	2.04	Primer componente
. Pérdida de calidad y peso del café por el beneficio tradicional ineficiente y la falta de sistemas efectivos para el secado del café.	8.33	0.40	3.33	Problema Principal
. Traslado de utilidades del gremio a intermediarios.	6.67	0.14	0.91	Tercer componente
. Pérdida de café por robo.	6.33	0.11	0.68	Cuarto componente

### 3.7 Selección del problema prioritario:

El problema prioritario desde la óptica descrita es la pérdida de calidad y peso del café por el beneficio tradicional ineficiente y la falta de sistemas efectivos para el secado del café.

### 3.8 Planteamiento de soluciones, alternativas y objetivos:

#### 3.8.1 Problema Central.

**Tabla 6.** Solución del problema principal, sus alternativas y objetivos.

SOLUCIÓN	ALTERNATIVAS	INDICADORES	OBJETIVOS
Disminuir las pérdidas de calidad y peso del café en el proceso de beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacitar al caficultor y su familia en el conocimiento de la tecnología para el beneficio ecológico del café a través de métodos de extensión.</li> <li>· Promover la adopción de beneficiaderos ecológicos por parte del caficultor con el apoyo institucional.</li> <li>· Aprovechar el servicio suministrado por Distagro E.U. para la adopción del beneficio ecológico del café.</li> <li>· Disminuir el impacto negativo sobre el ambiente y los costos asociados a la contaminación con la adopción del beneficio ecológico del café.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ # de personas participantes en el proceso de formación / año.</li> <li>▪ Factor de conversión de café cereza a Café pergamino seco.</li> <li>▪ # de beneficiaderos transformados</li> <li>▪ Reducción en el volumen de agua requeridos para el proceso de beneficio.</li> <li>▪ Porcentaje de defectos del café en almendra.</li> <li>▪ Valor de la utilidad generada para el Caficultor y el gremio.</li> <li>· % de carga contaminante reducida en la descarga de la fuente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacitar a los caficultores de la región interesados en el proyecto sobre el beneficio ecológico del café.</li> <li>▪ Mejorar en un 2 % la conversión de café cereza a café pergamino seco.</li> <li>▪ Lograr la transformación de 59 beneficiaderos tradicionales a ecológicos.</li> <li>▪ Disminuir el uso de agua en el proceso en más de un 80% al transformar el proceso de beneficio tradicional a ecológico.</li> <li>▪ Mejorar el perfil de calidad del grano producido por los caficultores adoptantes.</li> <li>· Disminuir en más de un 80% la carga contaminante generada por beneficio de café en los beneficiaderos de los caficultores interesados en el proyecto</li> </ul>

### 3.8.2 Primer componente.

**Tabla 7.** Solución del primer componente del problema central.

SOLUCIÓN	ALTERNATIVAS	INDICADORES	OBJETIVOS
Aumentar los ingresos de la familia cafetera	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Implementar el mejoramiento del sistema tradicional.</li> <li>· Mejorar los procedimientos de muestreo y valoración del producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ % de reducción de necesidades básicas insatisfechas.</li> <li>▪ Ingresos percibidos anualmente por el caficultor por kg de café cereza después del proyecto / Ingresos percibidos anualmente por el caficultor por kg de café cereza antes del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mejorar las condiciones de vida de las familias cafeteras mediante la disminución en un 2 % de las necesidades básicas insatisfechas de los caficultores en la zona con la disminución de pérdidas en el proceso.</li> <li>· Aumentar el ingreso de los caficultores con la disminución de pérdidas en un 3%.</li> <li>· Disminuir en un 3% el costo del beneficio del café a los caficultores que adopten prácticas adecuadas para el proceso.</li> <li>· Mejorar en un 2 % la conversión de café cereza a café pergamino seco.</li> <li>· Aumentar en un 3% el precio de compra de café asignado por la Cooperativa después del proyecto frente al precio antes del proyecto.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costo promedio de producción por arroba de café antes del proyecto / Costo promedio de producción por arroba de café después del proyecto.</li> <li>▪ Conversión de café cereza a seco antes del proyecto / conversión después del proyecto</li> <li>▪ % de aumento del precio del café por mejor calidad</li> </ul>	

### 3.8.3 Segundo componente.

**Tabla 8.** Solución del segundo componente del problema central.

SOLUCIÓN	ALTERNATIVAS	INDICADORES	OBJETIVOS
Participación activa de las Cooperativas en la valoración del café y aumento de la competitividad del caficultor	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Flexibilizar la valoración del café de acuerdo con los criterios de calidad.</li> <li>· Buscar la mayor autonomía financiera a través de la consolidación de patrimonio de la Cooperativa y la consecución de recursos externos.</li> <li>· Crear nuevas formas para la compra de café por el gremio, mediante la implementación de canales alternos de comercialización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ # de kilogramos de C.P.S comprados con prima por calidad/ año.</li> <li>▪ Activo Corriente / pasivo corriente.</li> <li>° Activo corriente / patrimonio.</li> <li>▪ Kg. de café comprados en los nuevos canales de comercialización / año.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Aumentar en un 5% la participación de las Cooperativas en el mercado.</li> <li>· Incrementar en un 15 % el activo corriente de la Cooperativa para alcanzar una mayor autonomía comercial.</li> </ul>

### 3.9 Diseño del plan:

#### 3.9.1 Clasificación del proyecto:

##### NOMBRE DEL PROYECTO:

Factibilidad de la adopción tecnológica para el beneficio ecológico del café en la microcuenca de la quebrada Ganizales.

##### NOMBRE DEL PROGRAMA:

Disminución de las pérdidas en el beneficio del café en Caldas.

##### NOMBRE DEL PLAN:

Mejoramiento del ingreso de los caficultores en Caldas.

### 3.9.2 Estructuración del Plan.

**Tabla 9.** Estructuración del plan.

OBJETIVOS	INDICADORES	FUENTE DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitar a los caficultores de la región interesados en el proyecto sobre el beneficio ecológico del café.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li># de personas capacitadas /año.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de Distagro E.U..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semestral</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar en un 2 % la conversión de café cereza a café pergamino seco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Factor de conversión de café cereza a Café pergamino seco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe del Caficultor – Comité de Cafeteros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mensual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lograr la transformación de 59 beneficiaderos tradicionales a ecológicos en la Microcuenca de la quebrada Granizales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li># de beneficiaderos transformados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe del Comité de Cafeteros, Distagro E.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar el perfil de calidad del grano producido por los caficultores adoptantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de defectos del café en almendra.</li> <li>Valor de la utilidad generada para el Caficultor y el gremio por la mejor calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de Cooperativa de Caficultores.</li> <li>Informe del Comité de Cafeteros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semestral</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuir el uso de agua en el proceso en más de un 80% al transformar el proceso de beneficio tradicional a ecológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción en el volumen de agua requeridos para el proceso de beneficio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de la Corporación Autónoma Regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuir en más de un 80% la carga contaminante generada por beneficio de café en los beneficiaderos de los caficultores interesados en el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>% de carga contaminante reducida en la descarga de la fuente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de la Corporación Autónoma Regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anual</li> </ul>

## 4. SELECCIÓN DE LOS USUARIOS

Seleccionada el área de trabajo se realizó un inventario de los caficultores ubicados dentro de la Microcuenca con vertimiento de las aguas residuales del beneficio del café al cauce de la quebrada Granizales. El área de la Microcuenca tiene una extensión de 820 hectáreas, con 163 familias distribuidas en 175 predios, la principal actividad económica es la producción y comercialización de café.

### 4.1 Usuarios potenciales.

Los usuarios potenciales están definidos como los Caficultores con un deficiente estado del arte en el proceso del café, falta de control y elevadas pérdidas de ingreso por deterioro de la calidad del producto y por pérdida directa en el peso del grano. El grado de aceptación preliminar a la transformación de sus beneficiaderos tradicionales a los ecológicos, los constituyó como usuarios potenciales del proyecto.

Mediante labores de extensión, en tres reuniones para la socialización de la idea, la preselección de los productores y el diagnóstico del estado actual del conocimiento alrededor de las alternativas para el mejoramiento del proceso del café en sus fincas y la disminución de pérdidas en el proceso, se seleccionaron 84 caficultores dueños de 89 predios con sus respectivas instalaciones para el proceso del café.

La población objetivo es predominantemente de pequeños productores, la distribución por área sembrada en café por unidad de producción es la siguiente:



**Tabla 10.** Usuarios potenciales por tamaño del área sembrada en café.

<b>RANGO ÁREA CAFÉ (HA)</b>	<b>NO. FINCAS</b>	<b>%</b>	<b>ÁREA TOTAL CAFÉ (HA)</b>	<b>%</b>	<b>ÁREA PROMEDIO (HA/FINCA)</b>
0 < 1	25	29,8%	16,5	3,9%	0,66
1 < 3	20	23,8%	31,76	7,4%	1,59
3 < 5	14	16,7%	54,74	12,8%	3,91
5 < 7	5	6,0%	28,05	6,6%	5,61
7 < 10	6	7,1%	49,82	11,7%	8,30
10 < 15	8	9,5%	100,2	23,5%	12,53
15 < 20	2	2,4%	35,51	8,3%	17,76
20 < 25	1	1,2%	21,2	5,0%	21,20
25 < 30	1	1,2%	25,4	6,0%	25,40
30 o más	2	2,4%	63,3	14,8%	31,65
<b>Total</b>	<b>84</b>		<b>426,48</b>		<b>5,08</b>

Estos productores presentaron en su mayoría las siguientes características:

4.1.1 Proporción de Pérdidas: En compañía del caficultor se evaluó cualitativamente el estado actual de las instalaciones de proceso y el control de las operaciones, estableciendo preliminarmente la magnitud del ingreso perdido en el beneficio del café. La preferencia se orientó a caficultores con mayores niveles de pérdidas y aceptación de las alternativas para el mejoramiento.

4.1.2 Dependencia de la unidad de producción: El número de personas que dependen directa e indirectamente de la unidad de producción y su grado de dependencia se tuvo en cuenta. Fueron preferidos usuarios con unidades de producción que tuviesen mayor número de personas e intensidad de dependencia.

4.1.3 Tipo de Beneficiadero: Establecido como el estado actual de las instalaciones dedicadas al proceso del café, según el manejo de los productos pulpa y mucílago, su aprovechamiento y destino final. El tipo de beneficiadero está directamente relacionado con el grado de contaminación que genera el mal manejo y utilización de la pulpa y el mucílago del café.

4.1.4 La actitud del Caficultor: Establecida como el interés del productor sobre la actividad económica alrededor del café, la importancia asignada a su labor, la continuidad de su empresa, la visión del entorno y su participación en actividades comunitarias.

## 2.2 Usuarios seleccionados

A pesar del perfil adecuado del caficultor y su unidad de producción para llevar a cabo el proyecto, se consideró como factor determinante para la participación su interés sobre el proyecto, teniendo en cuenta las actividades a desarrollar, las inversiones, las ventajas percibidas y la credibilidad sobre el proceso.

Posteriormente a la preselección y con el ánimo de establecer los usuarios finales, se dio cobertura en la determinación del interés de los caficultores al 95% de los productores preseleccionados, de los cuales el 70% fue seleccionado para participar en el proyecto, el 30% restante manifestó no participar por las siguientes razones:

No cree en los beneficios ni en la necesidad de la transformación de su sistema actual, que involucra la valoración de las instalaciones y equipos que posee.

No necesita la nueva tecnología porque ya efectuó la transformación de su sistema.

No cuenta y no cree que podrá disponer del dinero suficiente para efectuar la transformación, aún si se obtienen fuentes de financiación o incentivos para la labor.

No asistió a la convocatoria para la exposición de la idea.

Otra razón que no quiso manifestar.

**Tabla 11.** Razones para no participar en la ejecución del proyecto.

<b>Razón para no participar</b>	<b>USUARIOS</b>	<b>%</b>
No cree	5	20%
No necesita	4	16%
Falta dinero	9	36%
No asistió	4	16%
Otro	3	12%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	

El 70% de los Caficultores restante decidió participar en el proyecto por las siguientes razones:

Perciben claramente que la transformación de sus sistema le generará beneficios que justifican la inversión; el incentivo económico por el cobro de las tasas retributivas por contaminación es un factor determinante para adoptar la tecnología; la disponibilidad y calidad de agua en la zona para los usos domésticos y para el proceso del café empieza a ser crítica en las épocas de cosecha; consideran que el nuevo sistema para el proceso del café les permitirá aliviar sus jornadas laborales; otras razones que no pueden expresar claramente, dentro de las cuales está la “moda” en la adopción y la credibilidad en los agentes de la transferencia de conocimiento y tecnología.

**Tabla 12.** Razones para participar en la ejecución del proyecto.

<b>Razón para participar</b>	<b>USUARIOS</b>	<b>%</b>
Más ingreso	13	22%
Costo ambiental	18	31%
Falta agua	14	24%
Disminución de Trabajo	5	8%
Otra	9	15%
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	

Los usuarios seleccionados presentan las siguientes características en área de café:

**Tabla 13.** Usuarios seleccionados, distribuidos por el área sembrada en café.

<b>RANGO ÁREA CAFÉ (HA)</b>	<b>NO. FINCAS</b>	<b>%</b>	<b>ÁREA TOTAL CAFÉ (HA)</b>	<b>%</b>	<b>ÁREA PROMEDIO (HA/FINCA)</b>
0 < 1	12	20,3%	9,15	2,6%	0,76
1 < 3	15	25,4%	22,77	6,4%	1,52
3 < 5	11	18,6%	41,9	11,8%	3,81
5 < 7	5	8,5%	28,05	7,9%	5,61
7 < 10	4	6,8%	32,73	9,2%	8,18
10 < 15	6	10,2%	74,11	20,9%	12,35
15 < 20	2	3,4%	35,51	10,0%	17,76
20 < 25	1	1,7%	21,2	6,0%	21,20
25 < 30	1	1,7%	25,4	7,2%	25,40
30 o más	2	3,4%	63,3	17,9%	31,65
<b>Total</b>	<b>59</b>		<b>354,12</b>		<b>6,00</b>

## 5. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.

La correcta adopción de la tecnología apropiada para el Beneficio Ecológico del Café tendrá un componente fuerte de acompañamiento para alcanzar los mejores resultados. Se ejecutarán las actividades necesarias para el acompañamiento como parte del costo de inversión del proyecto. El costo se estimó para las labores de extensión, la capacitación del Caficultor, el diagnóstico, la evaluación de alternativas y el diseño definitivo en cada caso, y la asistencia técnica para la construcción de la planta física, el manejo de los subproductos, la instalación y la operación de los equipos.

Se estableció la cantidad de recursos necesarios para las actividades y su valoración por año, el primer año presentó el mayor componente por ser éste el período de mayor atención para la inversión. Incluye las acciones que involucran desde el diagnóstico y caracterización de las unidades de producción, hasta la adecuación o construcción de la infraestructura, el montaje y la operación de los equipos. Es el componente que cuenta con los estudios, los diseños y el montaje necesario para el desarrollo del proceso tecnológico a transferir. Para éste se definieron las alternativas de adopción por los caficultores, elementos necesarios para la cuantificación de los costos de inversión.

### 5.1 Capacitación y asistencia técnica.

Será una de las fortalezas para la transferencia de la tecnología, involucrará necesariamente un cambio cultural fuerte; la nueva concepción del beneficio ecológico y rentable del café deberá ser clara para todo el personal vinculado al proyecto. Este componente involucra la capacitación a técnicos y profesionales que atienden la zona y a los que estarán desarrollando las actividades del proyecto, la inducción, el adiestramiento y el desarrollo de habilidades a los productores, la ilustración y sensibilización de las personas responsables en las autoridades ambientales del contacto con la comunidad objetivo, en las instituciones municipales y departamentales, en el gremio cafetero, y en las entidades financieras.

Los eventos de capacitación y acompañamiento estarán orientados al conocimiento de las condiciones ambientales, de los recursos y su comportamiento dentro de la microcuenca, de la apropiada adopción de tecnología Becolsub y de sus ventajas.

La asistencia técnica se desarrollará para la orientación y el apoyo que se brindará a los caficultores en la correcta adopción del beneficio ecológico del café con el manejo adecuado de los subproductos y el análisis de los beneficios financieros, económicos, sociales y ambientales; en la evaluación de alternativas, en el diseño definitivo, en la adecuación de la planta física e instalaciones, en el montaje de los equipos, el mantenimiento y la reparación.

Los temas se llevarán a cabo con una metodología participativa, mediante la cual se involucra la persona en su desarrollo con:

- Exposiciones magistrales apoyadas en charlas, proyección de diapositivas y papelógrafo.
- Foros para la discusión de temas en grupo.
- Talleres para el diagnóstico del estado actual y la validación de metodologías.
- Demostraciones de métodos para el adiestramiento y el desarrollo de habilidades.
- Giras con grupos de caficultores a beneficiaderos transformados para la observación de experiencias y testimonios de otros caficultores adoptantes.

5.1.1 Charlas: Contarán con la participación de grupos numerosos de personas, preferiblemente todas las interesadas en el proyecto, con límite en el tiempo, teniendo como objetivo transmitir detalladamente la información necesaria sobre

la filosofía del proyecto, los alcances y sus logros. Esta técnica se empleará con los agricultores, los profesionales, técnicos y demás personas vinculadas al proyecto. La labor estará a cargo del líder en cada tema abordado.

Los aspectos tratados y su profundidad se planearán acorde con el nivel de conocimiento de los participantes, de la disponibilidad de tiempo y de la situación específica que se trate.

5.1.2 Giras: Se realizarán con un profesional conocedor del tema, en la actividad se visitan en un día dos o tres fincas de la zona, que hayan transformado su sistema de beneficio a ecológico, preferiblemente en diferentes capacidades de proceso. En el ejercicio se pretende que el caficultor anfitrión manifieste todos los aspectos sobresalientes alrededor de la transformación de su proceso, los criterios que se tuvieron en cuenta, las obras realizadas, los equipos adquiridos, las ventajas obtenidas, los inconvenientes encontrados, los costos. El coordinador guía la actividad y resuelve las inquietudes generadas.

Al final de la jornada se realiza una evaluación para medir los logros y la claridad de los mensajes recibidos, se reforzarán y aclararán los aspectos sobresalientes de la actividad.

5.1.3 Visitas a finca: En este método, que tiene como principal objetivo la asistencia personalizada para la ejecución de la transformación, se involucran elementos de capacitación, se apoyan las actividades en la situación específica del productor y las posibilidades de adoptar la tecnología con el aprovechamiento de los recursos e instalaciones que dispone para el proceso.

En la actividad se presenta un breve pero intenso intercambio de ideas y experiencias entre el caficultor y el extensionista, con la profundización en el conocimiento para el proyecto sobre los requerimientos y las necesidades del conjunto de agricultores y sus relaciones, que permitirán la correcta adopción de la tecnología.

5.1.4 Demostraciones de método: Serán prácticas que consisten en mostrar sobre la operación de los equipos y las instalaciones, los resultados fácilmente palpables sobre el terreno en forma inmediata. La actividad puede estar acompañada por una evaluación del desempeño y la calibración de los equipos, de las ventajas e inconvenientes presentados y de la instrucción para la evaluación de los costos por beneficio de café.

Se generan discusiones sobre lo observado, implementando métodos de verificación. Con la actividad se logra un adiestramiento previo a la transformación del sistema en las fincas.

## 5.2 Temática

Todas las actividades necesarias para la transferencia de la tecnología se abordarán enfocados a la maximización del bienestar de la familia cafetera y de las utilidades del negocio, la conservación de la calidad del café, la disminución de las pérdidas, el control o la reducción de los costos y la no agresión del medio.

- ▣ INTRODUCCIÓN: Presentación de objetivos, cronograma, metodología, expectativas y diagnóstico conceptual.
- ▣ LA COSECHA DEL CAFÉ: El fruto del café, costos y calidad de la recolección, pérdidas asociadas, evaluación de la cosecha, estrategias para el mejoramiento.
- ▣ EL BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ: La calidad del café cereza, incidencia sobre el resultado final, el recibo, el despulpado, la clasificación, la remoción del mucílago, el lavado y el transporte, equipos para el proceso tradicional y ecológico.
- ▣ EL SECADO Y LA COMERCIALIZACIÓN DEL CAFÉ: Formas disponibles para secar en la finca, combustibles para el secado mecánico, normas de calidad, empaque y almacenamiento, transporte y venta.
- ▣ LA VALORACIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS: El valor del café y sus estados, aproximación a la valoración de los productos y subproductos del café, el manejo y utilización de los subproductos.

- ▣ LOS BENEFICIOS: Análisis sobre los costos y las ventajas obtenidas con la adopción tecnológica, el control del proceso, el mejoramiento del ambiente, la disminución de conflictos, la disminución de pérdidas, la calidad del café, el ingreso, el alivio en las labores, la valoración de los subproductos y el aumento en la competitividad del café colombiano.

### 5.3 Seguimiento y evaluación.

A través de este componente se identificarán fortalezas y debilidades en todo el proceso de transferencia de tecnología, estableciendo e implementando los requerimientos de ajuste, mejoras y correcciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Permitirá orientar el avance en las inversiones y la ejecución del proyecto.

Comprende los estudios necesarios para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas, la reducción de la contaminación en las fuentes de agua, la correcta operación y funcionamiento de los equipos.

### 4.4 Inversión en activos nominales.

La inversión en los activos no tangibles, que harán parte de la ejecución del proyecto, corresponden a la transferencia de tecnología con la asistencia técnica mediante las labores de extensión, la capacitación a los productores y técnicos vinculados al proyecto, la definición de la línea base para la evaluación expost, la elaboración de los diseños definitivos, el seguimiento y la evaluación de resultados. Se harán inversiones durante los tres primeros años por \$24'790.742.



## 6. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

### 6.1 Localización.

La localización general del proyecto está determinada por la selección de la microcuenca, ya definida; la ejecución de las labores específicas está determinada por la localización del beneficiadero a transformar de cada usuario seleccionado y dependerá de la ubicación de las instalaciones existentes para el beneficio tradicional del café. Se aprovecharán al máximo la infraestructura y las instalaciones existentes.

### 6.2 Tamaño e ingeniería.

6.2.1 Tamaño: El tamaño general del proyecto está condicionado por el tamaño de la microcuenca y establecido con la suma de las necesidades en cada solución y éstas a su vez, por las condiciones particulares de cada caficultor. Por lo tanto dependerá del número de usuarios que finalmente desarrollen las labores, del rango de producción en que se encuentren, de las instalaciones que poseen y de su estado actual. Se efectuarán obras civiles, adecuación de instalaciones, adquisición de equipos y montaje, en 59 beneficiaderos para café ubicados en la microcuenca de la quebrada Granizales.

6.2.2 Ingeniería: Se realizaron algunas consideraciones para definir las variables más importantes que afectan el dimensionamiento, las cantidades de obra, los costos, los flujos de caja y por lo tanto las decisiones de inversión. A continuación se presentan agrupadas en variables técnicas con la respectiva definición y consideración.

**Tabla 14.** Consideraciones técnicas para algunas variables importantes.

<b>VARIABLES TÉCNICAS</b>	<b>DEFINICIÓN-CONSIDERACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Productividad	Siendo la cantidad de café seco obtenida por unidad de área en los sistemas de producción, se empleó como base para definir los diseños de las transformaciones tipo de los beneficiaderos tradicionales a ecológicos. Se empleó el valor medio para las condiciones deseables en tecnificación de café para la zona.	@ CPS/ha
Producción	Es la cantidad de café seco anualmente producida por cada usuario, empleada para el dimensionamiento de las transformaciones en cada caso como el factor de diseño más importante para establecer las capacidades requeridas en infraestructura, instalaciones y equipos.	@ CPS/ AÑO
Día Pico	Es la proporción de café cereza recolectado en el día de máxima cosecha durante el año, permite apoyar las decisiones sobre capacidad de los equipos requeridos por cada usuario. Se empleó el valor medio de lo observado en la zona.	% / día
Conversión	Es la cantidad de café cereza necesario para obtener 1 @ de café pergamino seco. Empleada para establecer la cantidad de café cereza cosechado por cada usuario al año y para determinar el volumen de subproductos. Se empleó un valor medio de lo observado en la zona	kg cc/@ CPS
Tiempo De Proceso	Es el tiempo máximo deseable para el proceso del café en un día pico. Se estableció con criterio técnico.	h/ día pico
Factor Concentración De Cosecha	Es la proporción de días del año durante los cuales se recolecta y procesa café, se emplea para establecer los costos asociados al proceso del café. Se determinó con registros históricos de la distribución de la producción en la zona.	días cosecha/ días año
Factor Disminución De Pérdidas	Establecido como la proporción de pérdidas que efectivamente es posible disminuir con la adopción de la tecnología y con el apoyo de los procesos de capacitación, adiestramiento y acompañamiento. Fue definido con criterio técnico	Total pérdidas / pérdidas disminuibles
Factor De Disminución De Costos	Establecido como la proporción de los costos que es posible disminuir, con la adopción de la tecnología y con adecuados procesos administrativos implementados con el desarrollo del proyecto. Se determinó por criterio técnico.	Total costos disminuibles / reducción real de costos
Ampliación Y Adecuación Red Eléctrica	Será el costo adicional para la ampliación y adecuación de la red eléctrica veredal existente, necesaria para el adecuado funcionamiento de los equipos. Considerado como una función de la capacidad y los costos de los equipos a instalar. Se definió con criterio técnico.	Costo red eléctrica / costo equipos
Incremento De Los Costos De Reparación Y Mantenimiento	Para el primer año de operación se estableció el costo de acuerdo con la experiencia en el campo y se incrementó anualmente, teniendo en cuenta la mayor demanda de recursos para este rubro por el deterioro normal de los equipos con el uso.	Incremento costos año n / costos año 1

6.2.3 Diseño de las transformaciones tipo: Previamente al diagnóstico particular por productor, se elaboraron los diseños de las transformaciones tipo por rango de producción para cada alternativa de transformación. Se establecieron los componentes necesarios fijando los factores de diseño, los requerimientos técnicos, el dimensionamiento de las partes y la valoración de las cantidades de obra, a saber:

- Tolva: Construcción requerida para el almacenamiento temporal de los frutos de café durante el recibo y el despulpado del café, se determinó el volumen necesario para recibir una proporción del café cereza recolectado en un día pico.
- Fosas: Construcción destinada al almacenamiento temporal de la mezcla de pulpa y mucílago del café después del beneficio, permite dar un manejo adecuado a los subproductos y el control de más del 90% de la contaminación potencial del beneficio tradicional del café. Se estableció el volumen necesario para manejar una proporción de la mezcla de subproductos obtenidos en la cosecha del café.
- Equipos: Considerados los equipos necesarios para el beneficio húmedo y el secado del café así:
- Despulpadora: Máquina para desprender la pulpa y separarla del grano de café. Su capacidad se estableció en kilogramos de café cereza despulpados por hora.
- Módulos Becolsub: Equipo compacto que permite el despulpado sin agua, el desmucilaginado, el lavado y limpieza del café despulpado, la mezcla de pulpa y mucílago, todo en flujo continuo. Los principales componentes de un módulo en sus diferentes capacidades son la máquina despulpadora, el desmucilaginator mecánico, el tornillo sinfín, la estructura, los motores, las protecciones eléctricas de los motores y el sistema de transmisión de potencia. Su capacidad se establece en kilogramos de café cereza despulpados y lavados por hora.
- Los silos para el secado: Equipos empleados para retirar la humedad del grano hasta los niveles exigidos para su comercialización. El secado se efectúa con el calentamiento del aire que pasa forzado a través de la capa de granos depositada en las cámaras de secado. La capacidad se establece en arrobas de café seco por tanda.
- Lombricultivo: Construcción necesaria para el cultivo de la lombriz roja californiana, empleando como sustrato la mezcla de pulpa y mucílago del café. Se determinó el área necesaria para el manejo de una proporción de la mezcla pulpa mucílago producida por año.

- Marquesina: Construcción empleada para el mejor aprovechamiento del secado solar del café. La capacidad de la marquesina se determinó con el área necesaria para cubrir el déficit de secado, teniendo en cuenta la capacidad instalada actualmente y la cobertura lograda con los silos por instalar.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas: Son las adecuaciones necesarias para el normal funcionamiento de los equipos y para todo el proceso del café.

### 3.3 Estimación de la demanda.

Se diseñó la encuesta para el diagnóstico detallado de las necesidades de cada productor, con el conocimiento previo de la zona y teniendo en cuenta el perfil de los caficultores, las deficiencias tecnológicas, la definición del problema, establecidos los objetivos del proyecto y las alternativas para las transformaciones tipo de los beneficiaderos. Previa aplicación piloto y corregidos los aspectos deficientes detectados, se aplicó la encuesta al 100% de los productores seleccionados para el proyecto.

De acuerdo con el diagnóstico realizado a través de la encuesta, la ejecución del proyecto atenderá las necesidades de 59 caficultores, con un potencial de 61.420 @ de café pergamino seco producido por año, distribuidas en la cosecha principal durante el segundo semestre del año con el 47,8%, en la mitaca durante el primer semestre con el 33,6% y el 18,6% durante el resto del año.

Como resultado sobresaliente se encontró una capacidad instalada para el proceso del café deficiente y en estado de deterioro avanzado, riesgos serios de accidentes en las instalaciones, con graves incidencias sobre el ingreso y bienestar del caficultor y su familia, la pérdida de competitividad del gremio por los elevados costos y la deficiente calidad del café ligados a problemas administrativos y de proceso.

La ejecución del proyecto permitirá reducir las pérdidas en el ingreso de los caficultores adoptantes, por deficiencias durante el proceso calculadas en un 24,4% y los costos en un 3,4%; podrá disminuirse la contaminación potencial del beneficio tradicional del café en más del 90%; la unidades de producción actualmente pueden generar una presión sobre la quebrada Granizales de carga contaminante estimada en 161.946 kilogramos de DBO y 131.616 kilogramos de SST por año; con la ejecución del proyecto, el uso y deterioro de agua se podrá disminuir en 26.956 metros cúbicos al año.

De acuerdo con el diagnóstico, en forma general, las inversiones en equipos y planta física se pueden resumir en los siguientes componentes:

**Tabla 15.** Inversiones totales por componente.

<b>Componente</b>	<b>Inversión</b>
Tolvas	\$20'560,858
Fosas	\$124'760,124
Lombricultivos	\$136'909,269
Beneficio húmedo	\$191'744,799
Secado	\$99'831,074
Ampliación Red eléctrica	\$45'230.300
<b>TOTAL</b>	<b>\$619'036.424</b>

## 7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### 7.1 Evaluación financiera.

Teniendo en cuenta los requerimientos para cada nivel de producción en materiales, cantidades de obra, equipos, adecuaciones e instalaciones, se estableció a precios de mercado el presupuesto preliminar por actividad y por componente. Los presupuestos preliminares sirvieron como base para el cálculo posterior de las inversiones en cada caso según el diagnóstico individual por productor.

El principal ingreso para los caficultores que ejecuten la transformación de sus beneficiaderos tradicionales a ecológicos será la reducción de pérdidas asociadas al proceso tradicional y a la obsolescencia de sus equipos e instalaciones, así como a la disminución de los costos operativos por el logro de la mayor eficiencia en el proceso y a la drástica reducción del pago de las Tasas Retributivas por contaminación.

Se establecieron los factores de pérdidas para cada etapa del proceso tradicional, teniendo en cuenta el factor que más afecta el ingreso del caficultor así:

- En la venta del café como función de su estado y del sitio donde se comercializa, resultado de la tecnología que dispone.
- En el recibo del café por demoras en el tiempo para el inicio del proceso.
- En el despulpado por deficiencias en las camisas, en los pecheros, en los rodamientos y la calibración de la máquina despulpadora.
- En la clasificación por tamaño, como función del tipo de zaranda (criba) y de la abertura.
- Durante la fermentación del mucílago como función del tiempo.
- Durante el inicio y el secado, como función del tiempo.
- Por el inadecuado manejo y aprovechamiento de los subproductos.

Con la información de fuentes primarias se establecieron los precios del mercado de cada uno de los componentes de inversión y de los costos de operación, así como de los productos y subproductos obtenidos con la ejecución del proyecto.

Se consideró que no existirá variación en el capital de trabajo, debido a que éste no depende del proyecto, el proceso productivo se realiza con o sin proyecto y demandará los mismos recursos en cualquier escenario.

Todas las consideraciones sobre los presupuestos, los costos de operación y los beneficios, resumidos en los flujos de caja, se efectuaron a precios constantes de 2002. Teniendo en cuenta los costos y los beneficios financieros se estructuró el flujo de caja para determinar la viabilidad de la inversión mediante los indicadores VPN y TIR, la evaluación financiera se efectuó con el punto de vista del proyecto para un horizonte de evaluación de 5 años.

La evaluación financiera permitió establecer que la inversión es viable y altamente rentable, con un Valor presente neto equivalente a \$316'243.074 y una tasa interna de retorno del 30,5%. Las inversiones totales serán equivalentes a precios constantes de 2002 a \$643'827.166, desembolsadas durante los tres primeros años de ejecución del proyecto, con la mayor proporción (98,9%) en el primer año.

Efectuando un análisis de sensibilidad con las variables más importantes para tres escenarios: pesimista, normal y optimista se observó lo siguiente:

**Tabla 16.** Análisis de sensibilidad financiera.

<b>Variable - indicador</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Normal</b>	<b>Optimista</b>
Precio del café (\$/@ cps)	\$24.000	\$28.000	\$32.000
V.P.N.	\$232'588795	\$316'005,074	\$399'421.353
T.I.R.	25,8%	30,5%	35,0%
Incremento en costos unitarios por ubicación (%)	40%	30%	20%
V.P.N.	\$292'251,840	\$316'005,074	\$339'758.308
T.I.R.	28,5%	30,5%	32,6%
Factor disminución de pérdidas (%)	50%	70%	90%
V.P.N.	\$102'055.384	\$316'005,074	\$529'954.764
T.I.R.	18,2%	30,5%	41,9%
Factor disminución de costos (%)	85%	90%	95%
V.P.N.	\$309'157.936	\$316'005,074	\$322'852.212
T.I.R.	30,1%	30,5%	30,8%
<b>Combinación de todas las variables anteriores</b>			
<b>V.P.N.</b>	<b>\$11'871.955</b>	\$316'005,074	<b>\$667'804.638</b>
<b>T.I.R.</b>	<b>12,7%</b>	30,5%	<b>50,4%</b>

Aún en el escenario extremo y poco probable de la combinación en todas las variables de su nivel pesimista, el proyecto presenta un VPN positivo, es casi el punto de equilibrio; condición que permite ratificar la viabilidad financiera del proyecto.

Se destaca la incidencia que tiene la variable "Factor de disminución de pérdidas", establecida como la proporción de pérdidas que efectivamente es posible disminuir frente a las pérdidas que actualmente tiene el productor con su sistema tradicional de beneficio. Se ve reflejada la importancia del componente de acompañamiento en la adopción tecnológica para el logro de los mejores resultados.

Como se observó, el precio interno de compra del café seco también tendrá una incidencia importante sobre el resultado; sin embargo, es una variable que no se gobierna desde la ejecución del proyecto. El incremento en los costos unitarios por ubicación resalta como una de las variables de mas cuidado durante la ejecución de actividades, se deberá escoger con cuidado el sistema de contratación del transporte y logística para lograr la menor incidencia de esta variable sobre los beneficios del proyecto.

Como se detallará más adelante, la naturaleza del proyecto, así como los impactos positivos que genera para la sociedad como un todo y para el ambiente, lo hacen atractivo para otros actores como el Gobierno, Organizaciones No Gubernamentales, entidades para la financiación de proyectos y fondos internacionales de financiación de proyectos; para quienes en su momento será pertinente establecer la evaluación financiera desde cada una de sus perspectivas.

En las tablas 17,18,19,20 y 21, se presenta el resumen de la evaluación financiera, desde el presupuesto preliminar general por nivel de producción, hasta la viabilidad financiera del proyecto.



## 2.2 Evaluación Económica.

La corrección de los precios de mercado se efectuó con las Razones Precios de Cuenta (RPC), estimadas para Colombia por el Departamento Nacional de Planeación y el Banco Interamericano de Desarrollo. Las Razones de los Precios de Cuenta empleadas para la evaluación económica del proyecto fueron las siguientes:

**Tabla 17.** Razones para los Precios de Cuenta empleadas en el proyecto.

CONCEPTO	RPC*
Obreros calificados	0.60
Mano de obra profesional	1.00
Mano de obra no calificada rural	1.00
Transferencias	0.00
Energía eléctrica agropecuario	1.40
Agua potable	2.65
Carbón mineral	0.86
Inversión agropecuaria	0.91
Servicios agropecuarios - maquinaria	0.97
Café	0.94
Subproductos	1.00
Insumos varios	0.79
Divisa	1.10
Transporte	0.75

\* Tomado de "Estimación de los precios de cuenta para Colombia", Cervini, H. et al. DNP – BID. Washington, 1990. 11 p (4).

Las razones precio de cuenta de algunos insumos que no están establecidas por el DNP y relevantes para el proyecto, se construyeron empleando el modelo de insumo-producto. A continuación se presentan los precios de los insumos transformados:

1. Para los equipos de Beneficio ecológico del café:

	PRECIOS DE MERCADO				PRECIOS DE EFICIENCIA			
	300 Kg. cc/h	600 Kg. cc/h	1200 Kg. cc/h	2500 Kg. cc/h	300 Kg. cc/h	600 Kg. cc/h	1200 Kg. cc/h	2500 Kg. cc/h
1. Módulos BECOLSUB	\$2,904,000	\$4,334,000	\$5,654,000	\$7,425,000	\$1,803,399	\$2,806,707	\$3,616,638	\$4,728,017
1.1 Desmucilagrador	\$650,496	\$749,782	\$898,986	\$1,098,900	\$335,005	\$386,138	\$462,978	\$565,934
Materiales importados	\$162,624	\$187,446	\$224,747	\$274,725	\$178,886	\$206,190	\$247,221	\$302,198
Mano de obra	\$260,198	\$299,913	\$359,594	\$439,560	\$156,119	\$179,948	\$215,757	\$263,736
Transferencias	\$227,674	\$262,424	\$314,645	\$384,615	\$0	\$0	\$0	\$0
1.2 Motores	\$363,000	\$723,778	\$1,074,260	\$1,425,600	\$231,594	\$461,770	\$685,378	\$909,533
Materiales importados	\$188,760	\$376,365	\$558,615	\$741,312	\$207,636	\$414,001	\$614,477	\$815,443
Mano de obra	\$39,830	\$79,616	\$118,169	\$156,816	\$23,958	\$47,769	\$70,901	\$94,090
Transferencias	\$134,310	\$267,798	\$397,476	\$527,472	\$0	\$0	\$0	\$0
1.3 Control eléctrico	\$145,200	\$706,442	\$763,290	\$720,225	\$109,916	\$534,777	\$577,811	\$545,210
Materiales importados	\$94,380	\$459,187	\$496,139	\$468,146	\$103,818	\$505,106	\$545,752	\$514,961
Mano de obra	\$10,164	\$49,451	\$53,430	\$50,416	\$6,098	\$29,671	\$32,058	\$30,249
Transferencias	\$40,656	\$197,804	\$213,721	\$201,663	\$0	\$0	\$0	\$0
1.4 Estructura	\$348,480	\$433,400	\$751,982	\$1,113,750	\$165,528	\$205,865	\$357,191	\$529,031
Materiales importados	\$17,424	\$21,670	\$37,599	\$55,688	\$19,166	\$23,837	\$41,359	\$61,256
Mano de obra	\$243,936	\$303,380	\$526,387	\$779,625	\$146,362	\$182,028	\$315,832	\$467,775
Transferencias	\$87,120	\$108,350	\$187,996	\$278,438	\$0	\$0	\$0	\$0
1.5 Sistema de transmisión	\$580,800	\$177,694	\$395,780	\$638,550	\$365,904	\$111,947	\$249,341	\$402,287
Materiales importados	\$174,240	\$53,308	\$118,734	\$191,565	\$191,664	\$58,639	\$130,607	\$210,722
Mano de obra	\$290,400	\$88,847	\$197,890	\$319,275	\$174,240	\$53,308	\$118,734	\$191,565
Transferencias	\$116,160	\$35,539	\$79,156	\$127,710	\$0	\$0	\$0	\$0
1.6 Tornillo sinfin	\$322,344	\$749,782	\$751,982	\$928,125	\$207,912	\$483,609	\$485,028	\$598,641
Materiales importados	\$145,055	\$337,402	\$338,392	\$417,656	\$159,560	\$371,142	\$372,231	\$459,422
Mano de obra	\$80,586	\$187,446	\$187,996	\$232,031	\$48,352	\$112,467	\$112,797	\$139,219
Transferencias	\$96,703	\$224,935	\$225,595	\$278,438	\$0	\$0	\$0	\$0
1.7 Despulpaora	\$493,680	\$793,122	\$1,017,720	\$1,499,850	\$387,539	\$622,601	\$798,910	\$1,177,382
Materiales importados	\$271,524	\$436,217	\$559,746	\$824,918	\$298,676	\$479,839	\$615,721	\$907,409
Mano de obra	\$148,104	\$237,937	\$305,316	\$449,955	\$88,862	\$142,762	\$183,190	\$269,973
Transferencias	\$74,052	\$118,968	\$152,658	\$224,978	\$0	\$0	\$0	\$0

2. Para los equipos de secado:

	PRECIOS DE MERCADO				
	20 @	40 @	80 @	120 @	240 @
<b>2. Silos para el secado</b>	<b>\$3,493,750</b>	<b>\$6,073,750</b>	<b>\$7,901,250</b>	<b>\$9,513,750</b>	<b>\$11,932,500</b>
2.1 Unidad de calor	\$1,275,219	\$2,721,040	\$2,883,956	\$3,558,143	\$4,498,553
Materiales importados	\$191,283	\$408,156	\$432,593	\$533,721	\$674,783
Mano de obra	\$828,892	\$1,768,676	\$1,874,572	\$2,312,793	\$2,924,059
Transferencias	\$255,044	\$544,208	\$576,791	\$711,629	\$899,711
2.2 Ventilador	\$489,125	\$558,785	\$1,351,114	\$1,798,099	\$2,338,770
Materiales importados	\$24,456	\$27,939	\$67,556	\$89,905	\$116,939
Mano de obra	\$317,931	\$363,210	\$878,224	\$1,168,764	\$1,520,201
Transferencias	\$146,738	\$167,636	\$405,334	\$539,430	\$701,631
2.3 Cuarto de secado	\$1,222,813	\$1,797,830	\$2,496,795	\$2,797,043	\$3,496,223
Materiales importados	\$427,984	\$629,241	\$873,878	\$978,965	\$1,223,678
Mano de obra	\$611,406	\$898,915	\$1,248,398	\$1,398,521	\$1,748,111
Transferencias	\$183,422	\$269,675	\$374,519	\$419,556	\$524,433
2.4 Motor	\$373,831	\$528,416	\$703,211	\$894,293	\$1,133,588
Materiales importados	\$194,392	\$274,776	\$365,670	\$465,032	\$589,466
Mano de obra	\$41,121	\$58,126	\$77,353	\$98,372	\$124,695
Transferencias	\$138,318	\$195,514	\$260,188	\$330,888	\$419,427
2.5 Control eléctrico	\$132,763	\$467,679	\$466,174	\$466,174	\$465,368
Materiales importados	\$86,296	\$303,991	\$303,013	\$303,013	\$302,489
Mano de obra	\$9,293	\$32,738	\$32,632	\$32,632	\$32,576
Transferencias	\$37,174	\$130,950	\$130,529	\$130,529	\$130,303

**PRECIOS DE EFICIENCIA**

	<b>20 @</b>	<b>40 @</b>	<b>80 @</b>	<b>120 @</b>	<b>240 @</b>
<b>2. Silos para el secado</b>	<b>\$2,102,039</b>	<b>\$3,681,512</b>	<b>\$4,713,688</b>	<b>\$5,614,349</b>	<b>\$7,007,874</b>
2.1 Unidad de calor	\$707,746	\$1,510,177	\$1,600,596	\$1,974,769	\$2,496,697
Materiales importados	\$210,411	\$448,972	\$475,853	\$587,094	\$742,261
Mano de obra	\$497,335	\$1,061,206	\$1,124,743	\$1,387,676	\$1,754,435
Transferencias	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2 Ventilador	\$217,661	\$248,659	\$601,246	\$800,154	\$1,040,753
Materiales importados	\$26,902	\$30,733	\$74,311	\$98,895	\$128,632
Mano de obra	\$190,759	\$217,926	\$526,934	\$701,259	\$912,120
Transferencias	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3 Cuarto de secado	\$837,627	\$1,231,514	\$1,710,305	\$1,915,974	\$2,394,912
Materiales importados	\$470,783	\$692,165	\$961,266	\$1,076,861	\$1,346,046
Mano de obra	\$366,844	\$539,349	\$749,039	\$839,113	\$1,048,867
Transferencias	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.4 Motor	\$238,504	\$337,130	\$448,649	\$570,559	\$723,229
Materiales importados	\$213,831	\$302,254	\$402,237	\$511,535	\$648,412
Mano de obra	\$24,673	\$34,875	\$46,412	\$59,023	\$74,817
Transferencias	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5 Control eléctrico	\$100,501	\$354,033	\$352,894	\$352,894	\$352,283
Materiales importados	\$94,925	\$334,390	\$333,314	\$333,314	\$332,738
Mano de obra	\$5,576	\$19,643	\$19,579	\$19,579	\$19,545
Transferencias	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

De acuerdo con la fundamentación teórica sobre el análisis económico de proyectos, para este caso, se eliminaron las distorsiones de los precios de mercado y las transferencias entre sectores de la economía. Bajo esta óptica los pagos que no implicaron “acreencias directas sobre los recursos del país” que es equivalente a no consumir recursos naturales, fueron tratados como transferencias y descartados del flujo de caja económico.

En esta categoría se ubicó la depreciación como gasto contable y se valoró únicamente el costo económico de la utilización de los activos, para lo cual se tuvo en cuenta el valor de salvamento económico, considerado como el costo inicial de la inversión menos su valor terminal actualizado a precios de eficiencia. Las transferencias vía impuestos, igualmente fueron descartadas en el flujo de caja para la evaluación económica.

La evaluación económica reafirma y supera ampliamente el resultado positivo logrado con la evaluación financiera, el VPNE fue igual a \$1.032'253.824 y la TIRE fue 71,6% equivalente a más de cinco veces la tasa social de descuento.

Efectuando el análisis de sensibilidad, con los mismos supuestos aplicados para la evaluación financiera en los cambios de las variables más importantes, se observó que el proyecto aún para el escenario más pesimista sigue siendo favorable lo que reafirma la viabilidad financiera con la viabilidad económica. La simulación se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 18.** Análisis de sensibilidad económica.

<b>Variable - indicador</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Normal</b>	<b>Optimista</b>
Precio del café (\$/@ cps)	\$24.000	\$28.000	\$32.000
V.P.N.	\$911'621.051	\$1.032'253.824	\$1.152'886.597
T.I.R.	66,0%	72,9%	79,8%
Incremento en costos unitarios por ubicación (%)	40%	30%	20%
V.P.N.	\$1.015'197.830	\$1.032'253.824	\$1.049'309.818
T.I.R.	69,2%	72,9%	77,0%
Factor disminución de pérdidas (%)	50%	70%	90%
V.P.N.	\$718'500.383	\$1.032'253.824	\$1.346'007.265
T.I.R.	54,9%	72,9%	90,7%
Factor disminución de costos (%)	85%	90%	95%
V.P.N.	\$1.009'124.130	\$1.032'253.824	\$1.055'022.372
T.I.R.	71,6%	72,9%	74,2%
<b>Combinación de todas las variables anteriores</b>			
<b>V.P.N.</b>	<b>\$592'148.428</b>	<b>\$1.032'253.824</b>	<b>\$1.540'931.087</b>
<b>T.I.R.</b>	<b>45,9%</b>	<b>72,9%</b>	<b>106,3%</b>

El proyecto es altamente conveniente tanto para la sociedad como un todo, como para los inversionistas privados. Se destacan los beneficios financieros y económicos alcanzados con la disminución de las pérdidas y los costos asociados al proceso tradicional del café por la adopción del beneficio ecológico, la drástica reducción de la contaminación y uso del agua. Al cabo del cuarto año de ejecutado el proyecto se libra la inversión financieramente y económicamente al cabo del segundo año.

## 2.2 La evaluación social.

La contribución del proyecto al mejoramiento socioeconómico del país se puede inferir a través de la metodología diseñada por el Banco Mundial. La medición del aporte real del proyecto al bienestar de toda la colectividad nacional en sí, es bastante compleja por la dificultad que existe en la observación de la utilidad asignada por los individuos y la sociedad al consumo de un bien.

El reto de la evaluación social está en identificar los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones adecuadas para la inversión, desde el punto de vista de la sociedad como un todo, pretendiendo la distribución equitativa de los recursos. Los juicios de valor que se involucran, son complejos de establecer y normalmente deben reflejar la orientación de la política social del estado para la redistribución del ingreso y la riqueza, y con éstos de la satisfacción de las necesidades con el consecuente bienestar social.

La equidad introducida para la evaluación social de proyectos, supone diferencias en la asignación de valor al consumo de un mismo bien por los diferentes grupos o individuos afectados o beneficiados por el proyecto. Como la evaluación del proyecto pretende medir los cambios generados por su ejecución, es necesario tener en cuenta los principios conceptuales de partida:

- Cada persona afectada (beneficiada) por la ejecución del proyecto tiene una valoración positiva o negativa del cambio en su bienestar .
- La determinación del mejoramiento o deterioro en el bienestar de las

personas o grupos afectados se debería medir por el criterio de la variación compensadora, sin embargo, siendo ésta una variable no observada, para agregar las variaciones compensadoras en la evaluación social (cambios en el excedente de los consumidores), es necesario establecer mediante juicios de valor las diferentes ponderaciones de comparación interpersonal (grupal), teniendo en cuenta la distribución del ingreso.

- Se establece un criterio de evaluación intertemporal para determinar los efectos del proyecto y la pérdida de valor de los recursos en el tiempo. Bajo este criterio se aceptan las preferencias intertemporales de los individuos y se define una tasa social de descuento.

Debido a la dificultad para observar las utilidades marginales de un determinado bien por los diferentes grupos o individuos afectados por el proyecto, es necesario definir en qué grado es diferente el valor del bien para los diferentes individuos o grupos, que necesariamente involucra un juicio de valor. Para establecer la magnitud de la diferencia entre la utilidad marginal del consumo del bien para un grupo y el del mismo bien para otro grupo, se ha establecido un ponderador redistributivo ( $W$ ) o parámetro de comparación interpersonal de utilidad, con el cual, se pretende superar el problema de agregar las variaciones compensadoras para diferentes individuos (o grupos de éstos).

El concepto se basa en la "aceptación" generalizada que la sociedad puede tener, sobre la preferencia de asignar mas valor al mejoramiento de las condiciones de vida para una familia (individuo, grupo) pobre, que para una rica. Con este principio, se supone que a medida que el individuo tenga más posibilidades de ingreso o de consumo, la ponderación con el factor redistributivo es menor. Por lo tanto, se supone que a cada unidad adicional de consumo del individuo, se le asigna un valor marginal inferior a las anteriores unidades. El resultado de los anteriores supuestos es una relación inversa entre el consumo y el factor de ponderación; a mayor nivel de consumo para el individuo  $i$  en el periodo  $t$  menor será el factor  $W$ .

El problema de agregar las variaciones compensadoras de los diferentes individuos con sus respectivas ponderaciones del consumo, se enfrenta convirtiéndolas con un patrón intermedio del consumo, o consumo promedio de todos los individuos. La ponderación utilizada por el individuo indicará cuantas veces más valiosa es en el año  $t$  una unidad adicional de consumo para el individuo  $i$  con un nivel de consumo  $C_i$ , en relación a una persona con un nivel de consumo promedio  $C$ .

Castro y Mokate (1998), puntualizan sobre esta metodología considerando que el aspecto esencial y bastante controvertible es el método empleado para la construcción del sistema de ponderaciones, "dado que se requiere un juicio de valor para el cual no existe ni pautas objetivas, ni precedentes".

En la práctica el método se resume a la utilización del consumo promedio per cápita  $C$ , y el nivel de consumo promedio  $C_i$  de cada uno de los individuos (o grupo), para encontrar las respectivas ponderaciones de distribución personal.

Teniendo en cuenta que la ejecución del proyecto puede afectar el consumo, para introducir la respectiva corrección a los costos de los diferentes individuos (diferentes niveles de ingresos) para la valoración económica dentro de la evaluación social, se construye el factor de conversión del consumo  $\beta$ , estimando el incremento en el valor del consumo a precios internos al destinarse una unidad adicional de divisas al consumo. Los consumidores pueden incrementar su consumo de productos importables o exportables o de los que no lo son. El factor de conversión del consumo tendrá diferentes valores para los individuos debido a las diferencias en sus hábitos de consumo en el margen y a las distorsiones del comercio exterior para los diferentes productos.

Finalmente, la evaluación social cuenta con la estimación de los beneficios sociales agregados ( $S$ ) para los diferentes grupos de individuos según su nivel de ingreso, descontando de los beneficios económicos obtenidos con la ejecución del proyecto ( $E$ ) el incremento en el consumo (ingreso) de los grupos



beneficiados por el proyecto, corregidos según la distribución y el nivel de consumo adicional entre los diferentes grupos (factores  $W$  y  $\beta$ ), el concepto se resume en la siguiente ecuación:

$$S = E - C (\beta - W) .$$

7.3.1 Algunas consideraciones sobre la evaluación social. Generalmente la identificación y la valoración de todos los costos y los beneficios de un proyecto generan la mayor dificultad para cumplir a cabalidad la evaluación social. La mayoría de proyectos involucran una serie de beneficios y de costos sociales y ambientales de difícil cuantificación monetaria. Por lo tanto existen serias críticas relacionadas con la subjetividad en la determinación de los beneficios y de los costos asociados a la ejecución del proyecto.

El segundo gran inconveniente lo constituye la utilización de precios de cuenta establecidos como parámetros nacionales, estimados, divulgados y actualizados por las entidades públicas responsables de la calidad de las evaluaciones sociales. La utilización de precios de cuenta en las evaluaciones de los proyectos y su posterior control, representan un esfuerzo importante por los gobiernos al tener que sostener un grupo humano altamente calificado para tal fin.

A pesar de la subjetividad en el análisis social de los proyectos y de la desviación por el enfoque establecidos en los parámetros fijados, de la "realidad" de los costos y los beneficios sociales de las actividades estudiadas, el ejercicio de identificar los impactos y el intento por cuantificarlos, constituye por sí, el acopio de elementos importantes para la toma de decisiones de inversión. Las evaluaciones financiera, económica y social de los proyectos son herramientas importantes que apoyan las decisiones, pero no reemplazan al evaluador que tiene la responsabilidad de medir acorde con la situación específica otra serie de factores que pueden determinar el éxito, como el político, el regional, el sectorial, los intereses personales e institucionales.

Las principales limitaciones que se encuentran en el análisis social de proyectos están relacionadas con su utilización por defecto, como un componente más dentro de la evaluación, sin medir la importancia de sus resultados y la falta de interés y voluntad real de los organismos multilaterales de crédito o de los gobiernos por exigir estudios más rigurosos en la aprobación de los proyectos.

En el primer grupo de limitaciones se pueden encontrar:

- **Subjetividad:** Existe un componente elevado de incertidumbre al determinar los costos y los beneficios de los proyectos; al definir la vida del proyecto, la tasa de descuento a emplear y los precios de los insumos y los productos,
- **El tamaño:** Se parte del supuesto que los proyectos no son tan grandes como para cambiar los precios relativos de los factores y productos. En el caso de incidir sobre éstos, es necesario incorporar un análisis de equilibrio general y la metodología usualmente empleada no permite medir esos efectos.
- **Tipos de impactos evaluados:** Normalmente se estiman solamente los efectos de primer impacto, posiblemente por la dificultad adicional de incorporar información más compleja.

En el segundo grupo se puede citar el auge y posterior desinterés del Banco Mundial y, de diferentes gobiernos por la evaluación social de proyectos.

En Colombia, debido a que la última estimación de los precios de cuenta se efectuó en 1990 y que han transcurrido varios años de apertura económica, es probable que muchos de éstos se encuentren desactualizados. Las metodologías del Banco de Proyectos de Inversión Nacional (BPIN) proponen la evaluación a precios sociales, pero la exigencia práctica por las entidades del gobierno es deficiente y difícil de controlar por la descentralización que se ha efectuado en la aprobación de los proyectos a través de la delegación de la viabilidad en los ministerios sectoriales y en los fondos de cofinanciación, sin haber asegurado una transferencia adecuada de la metodología de evaluación social hacia esas entidades desde el organismo central.

Uno de los problemas que mencionan Little y Mirrlees, que resulta fundamental en la discusión sobre la escasa difusión de la evaluación social y la poca penetración, es que los proyectos se gestan en los ministerios y otras entidades, con intereses regionales, departamentales o sectoriales y es difícil encontrar la entidad o el funcionario público que defienda realmente los intereses nacionales.

Rubio (1997) aporta al análisis citando a Squire (1991) y Fontaine (1991), que comentan el artículo de Little y Mirrlees, donde hacen una síntesis sobre la orientación necesaria en el esfuerzo por impulsar y popularizar sistemas de evaluación económica y social de los proyectos.

Según Squire, debe hacerse un mayor esfuerzo por:

- Incorporar mas realismo a la estimación de los indicadores de evaluación económica ex – ante, que puede darse introduciendo rangos de aceptación. Basándose en análisis históricos de los indicadores utilizados (TIRE o VPNE), comenta que no deberían aprobarse ni financiarse proyectos por fuera de estos rangos, con el posible costo de rechazarse proyectos muy buenos.
- Insistir en la utilización de los precios sombra pero solamente en situaciones críticas. Pueden obtenerse indicadores separados del proyecto, relacionando, por un lado, los bienes comerciables o transables calculados a precios de frontera y por el otro indicadores de los bienes no comerciables a precios domésticos. Una vez efectuados algunos análisis de sensibilidad, lo importante es aprobar proyectos que resultan benéficos en diferentes escenarios y rechazar aquellos que son socialmente muy poco rentables, también en varios escenarios. En caso de que el análisis de sensibilidad arroje resultados contradictorios, se justifica emprender la tarea de estimar mas rigurosamente los precios sombra.
- Insistir en la unidad proyecto y, específicamente, en el diseño del proyecto. Dado que la evaluación del proyecto ocurre al final del ciclo cuando los diseños de ingeniería ya han sido elaborados, el evaluador debe tratar

de no perder el proyecto cuya tasa de retorno privada sea baja, pero cuya tasa social sea alta, diseñando buenos sistemas para la recuperación de las inversiones.

Efectuado este análisis académico sobre la evaluación social del proyecto, se plantea su elaboración para la consecución de recursos que exija el estudio a profundidad, con un conocimiento detallado de la realidad sobre los impactos de su ejecución, que obviamente demandará el uso de mayores recursos.

**Tabla 21. Principales componentes de costos e ingresos por caficultor para la ejecución del proyecto.**

Caficultor	Área café	Pn Diseño @ cps/año	PERDIDA TOTAL \$/AÑO	Diferencial de los costos totales \$/año	Costo adicional por		
					mantenimiento y reparación	Inversión red eléctrica	Inversión total
1	25.4	4,300	\$35,150,252	\$3,029,755	\$399,355	\$3,166,563	\$49,878,204
2	9.66	1,500	\$7,213,125	\$835,670	\$281,427	\$1,104,615	\$13,251,008
3	2.47	400	\$1,869,234	\$14,168	\$125,985	\$294,564	\$5,282,467
4	7.4	800	\$6,476,155	\$636,473	\$202,825	\$589,128	\$10,229,178
5	1.5	250	\$1,259,070	\$177,505	-\$66	\$184,102	\$4,710,177
6	4.1	700	\$5,047,025	\$524,039	-\$44,202	\$515,487	\$4,817,266
7	4.3	400	\$3,721,439	\$115,649	\$143,633	\$294,564	\$5,889,235
8	1	180	\$1,337,598	\$52,042	\$62,433	\$132,554	\$6,817,927
9	5.15	800	\$4,666,810	\$524,689	\$195,354	\$589,128	\$8,203,294
10	2.8	500	\$3,564,845	\$34,858	\$150,530	\$368,205	\$6,255,522
11	7.7	1,000	\$4,875,356	\$537,575	\$207,051	\$736,410	\$12,911,364
12	11.1	2,000	\$13,450,251	\$842,794	\$286,695	\$1,472,820	\$21,841,735
13	12.6	2,100	\$16,790,609	\$2,406,867	\$474,609	\$1,546,461	\$28,367,214
14	5.8	1,000	\$6,181,005	\$655,861	\$261,737	\$736,410	\$12,295,830
15	3	180	\$1,408,106	\$254,902	\$45,803	\$132,554	\$6,042,040
16	1	150	\$1,089,788	\$16,059	\$55,803	\$110,461	\$3,214,531
17	7.97	1,300	\$9,113,485	\$1,052,194	\$232,377	\$957,333	\$14,389,303
18	0.8	180	\$928,982	\$208,533	\$111,628	\$132,554	\$5,881,569
19	4	900	\$6,904,619	\$716,032	\$228,259	\$662,769	\$12,010,197
20	1	150	\$910,319	-\$47,076	\$84,178	\$110,461	\$4,108,527
21	31.6	6,000	\$56,712,736	\$9,745,578	-\$789,176	\$4,418,460	\$26,261,053
22	0.8	160	\$830,191	\$23,903	\$97,911	\$117,826	\$4,652,447
23	0.8	120	\$841,521	\$46,865	\$53,851	\$88,369	\$2,859,106
24	3.4	200	\$931,300	\$1,443	\$86,030	\$147,282	\$5,760,502
25	1	180	\$1,432,743	\$52,042	-\$19,956	\$132,554	\$4,003,802
26	1.9	300	\$2,432,296	\$2,165	\$200,997	\$220,923	\$5,861,673
27	1	250	\$1,389,989	\$72,281	-\$47,308	\$184,102	\$3,158,064
28	3.8	800	\$7,649,869	\$410,948	\$148,383	\$589,128	\$8,125,063
29	4.2	600	\$4,126,582	\$651,002	\$202,068	\$441,846	\$7,960,510
30	0.6	130	\$904,284	-\$58,964	\$62,497	\$95,733	\$3,231,351
31	14.82	2,900	\$17,387,535	\$404,461	\$737,997	\$2,135,589	\$26,434,390
32	0.6	100	\$461,005	-\$57,904	\$115,245	\$73,641	\$4,137,609
33	17.4	3,000	\$19,964,084	\$719,488	\$183,914	\$2,209,230	\$15,672,440
34	1	200	\$1,060,002	\$4,784	\$140,926	\$147,282	\$6,115,738
35	3	250	\$1,982,654	\$177,505	\$83,312	\$184,102	\$4,965,880
36	4.2	450	\$3,746,083	\$130,105	\$269,526	\$331,384	\$8,401,582
37	5	900	\$6,235,371	\$752,116	\$211,449	\$662,769	\$11,287,648
38	21.2	3,800	\$32,234,394	\$5,394,458	\$821,271	\$2,798,358	\$33,075,764
39	14	2,500	\$16,081,982	\$4,527,777	\$149,213	\$1,841,025	\$13,953,543
40	4.4	500	\$3,313,589	\$31,264	\$281,517	\$368,205	\$9,805,812
41	3.5	400	\$3,494,659	\$115,649	\$229,927	\$294,564	\$6,860,343
42	0.8	130	\$918,796	-\$40,799	\$52,120	\$95,733	\$2,727,141
43	1	160	\$1,215,796	\$113,603	\$30,535	\$117,826	\$4,087,243
44	2.1	350	\$2,435,931	\$101,193	\$134,022	\$257,743	\$7,887,072
45	0.9	150	\$780,180	\$121,974	\$50,084	\$110,461	\$2,729,702
46	1	120	\$714,657	\$66,667	\$12,246	\$88,369	\$3,275,158
47	1.8	300	\$2,480,079	\$86,737	-\$23,220	\$220,923	\$2,732,608
48	2.2	300	\$1,882,384	\$2,165	\$83,495	\$220,923	\$4,070,074
49	0.9	100	\$817,619	-\$31,384	\$52,866	\$73,641	\$3,748,058
50	0.8	150	\$1,000,680	-\$47,076	\$82,966	\$110,461	\$3,038,705
51	5.8	1,300	\$8,312,005	\$870,545	\$247,672	\$957,333	\$13,877,866
52	0.7	170	\$1,366,319	\$168,895	\$79,553	\$125,190	\$3,898,269
53	0.7	100	\$523,692	-\$59,574	\$86,829	\$73,641	\$4,135,189
54	18.11	4,100	\$27,898,451	\$2,824,645	\$1,045,693	\$3,019,281	\$40,610,068
55	0.75	160	\$530,515	\$3,827	\$23,300	\$117,826	\$2,083,631
56	31.7	7,200	\$61,534,306	\$16,611,393	\$33,705	\$5,302,152	\$25,620,243
57	10.49	1,900	\$16,450,381	\$1,036,395	\$270,015	\$1,399,179	\$20,572,262
58	11.1	1,700	\$8,969,617	\$716,375	\$485,577	\$1,251,897	\$21,346,057
59	6.3	500	\$3,549,389	\$163,866	\$77,068	\$368,205	\$3,616,170
<b>TOTAL</b>	<b>354.12</b>	<b>61,420</b>	<b>\$456,551,740</b>	<b>\$58,445,004</b>	<b>\$9,549,533</b>	<b>\$45,230,300</b>	<b>\$619,036,424</b>

## 8. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Determinadas la viabilidad financiera y económica del proyecto, aún bajo el análisis de sensibilidad propuesto en el escenario mas pesimista, se establece que ES FACTIBLE tanto para el inversionista privado, como para la sociedad como un todo. Esta condición, seguramente facilitará la consecución de recursos para su ejecución.

Por ser la aplicación a un caso real, diagnosticadas las necesidades de un grupo importante de caficultores, formulado el proyecto y evaluado financiera y económicamente, seguramente permitirá efectuar réplicas en otras localidades, con la facilidad de haber desarrollado una metodología específica para el caso de la adopción tecnológica del beneficio ecológico del café. Las herramientas diseñadas y aplicadas tanto para el diagnóstico, como para la formulación y la evaluación del proyecto permitirán el desarrollo de nuevas propuestas en forma eficiente.

## CONCLUSIONES

- A pesar de la subjetividad en la valoración de las pérdidas asociadas al proceso tradicional del café, ésta fue establecida con criterios técnicos bien cimentados, que permitieron un diagnóstico detallado de la preocupante realidad sobre la ineficacia de las operaciones asociadas al proceso del café; evidencia el estado lamentable de los equipos e instalaciones para el beneficio del grano y permite hacer un llamado de atención a las entidades comprometidas con el gremio para mejorar las herramientas clave de éxito del productor, de las zonas cafeteras y de la industria del café en Colombia.
- Es evidente que la adopción tecnológica para la agroindustria más importante del país, podrá generar los excedentes financieros, económicos y sociales que el país demanda de un producto tradicionalmente importante para la estabilidad socioeconómica de las zonas cafeteras, que claramente hoy están en proceso de deterioro. Posiblemente el aumento del ingreso que hoy reclaman los productores con exigencia vía precio, sería suplido y seguramente superado con la drástica reducción de pérdidas ocurridas en toda la cadena productiva.
- Las ventajas ambientales que se logran con la transformación de los beneficiaderos tradicionales a ecológicos, adicionalmente permitirán el fortalecimiento de la imagen del producto y el mejoramiento de la calidad de vida en las zonas cafeteras y sus aledaños, con la mayor disponibilidad y calidad del agua en las fuentes.
- A pesar de la factibilidad del proyecto y su alta rentabilidad, la adopción autónoma por los caficultores actualmente es difícil por su baja o nula disponibilidad de recursos para la inversión; por lo tanto, se hace necesario el apoyo estatal y la consecución de fuentes alternas para la cofinanciación del proyecto.
- El municipio de Chinchiná y en general la región central cafetera del país, presentan condiciones excepcionales para la aplicación de recursos al desarrollo de este tipo de proyectos por las ventajas comparativas frente a otras zonas, debido a la vocación de sus tierras para el café, a la especialización de la mano de obra en café, a la alta dependencia de la

economía regional por las actividades asociadas al grano, a las condiciones agroecológicas para el cultivo, a la ubicación estratégica, a la facilidad en las comunicaciones y al elevado nivel de desarrollo en infraestructura existentes.

- Se observa que la microcuenca es un adecuado tamaño como unidad de proyecto, por la facilidad para el trabajo comunitario, la concentración de las labores en un área relativamente pequeña, el atractivo financiero para los proveedores de bienes y servicios por la concentración de la demanda, la rapidez con que se puede ejecutar el proyecto y la facilidad para la evaluación ex post como unidad de medición delimitada físicamente por condiciones naturales poco cambiantes.
- La factibilidad del proyecto fue establecida apoyando la decisión en los criterios de evaluación VPN y TIR que fueron para la viabilidad financiera como VPN = \$ 316'005.074 y la TIR 30,5%, para la evaluación económica: VPNE \$1.032'253.824 y la TIRE 72,9%.
- La gestión desarrollada hasta el momento, ha permitido lograr el interés para su ejecución en las entidades del gremio: Comité de Cafeteros de Caldas, Cooperativa de Caficultores de Manizales, en el gobierno municipal a través de la oficina de planeación, en la banca comercial con sede en Chinchiná, en la autoridad ambiental CORPOCALDAS y en productores aledaños al área del proyecto.
- Tanto la capacitación académica como el desarrollo práctico del ejercicio ha permitido la cualificación y el crecimiento de otro profesional en la identificación, la formulación y la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión, con la ventaja adicional del fortalecimiento de la cultura de proyectos en las entidades y la comunidad involucradas en el proceso.
- Se ha podido reafirmar la base conceptual para la elaboración de proyectos, como factor clave para el desarrollo socioeconómico del país teniendo como enfoque la mejor utilización de los escasos recursos.
- La ejecución del proyecto permitirá el fortalecimiento empresarial de Distagro E.U. y el cumplimiento de su objeto social.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BACA U., G. Evaluación de proyectos. McGraw Hill. Colombia, 1999. 339 p.
2. CALLE V., H. Algunos métodos de desmucilaginado y sus efectos sobre el café pergamino. Cenicafé 16(1) 3-16. 1965.
3. CASTRO R., R.; MOKATE, K. Evaluación económica y social de proyectos de inversión. Universidad de los andes, Bogotá, 1998. 424 p.
4. CERVINI, H.; BELLO, C. I.; CUBILLOS, R.; DELGADO, W.; CASTRO, R.; MOKATE, K. Estimación de Precios de Cuenta para Colombia. DNP – BID, Washington. 1990. 11 p.
5. CORPOCALDAS. Agenda para la gestión ambiental del municipio de Chinchiná. Ed. Blanecolor. Manizales, 2000. 86 p.
6. FAJARDO P., I. F. Cálculo del pago por aplicación de la tasa retributiva. Caso beneficio del café. Bogotá, 2001, 1p.
7. FAJARDO P., I. F. El proceso de beneficio con desmucilaginado mecánico en la selección del café afectado por la broca. Neiva, 1997, 147 p. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.
8. FAJARDO P., I. F.; COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS. Proyecto de acción para la implementación en Caldas del Programa Nacional para la adopción de la tecnología apropiada para el beneficio ecológico del café. Documento interno de trabajo. Manizales, 1998. 68 p.
9. FAJARDO P., I. F.; SANZ U., J. R. Calidad física del café en los procesos húmedos de beneficio tradicional y ecológico. Cenicafé (Colombia). En publicación, 2002. 12 p.
10. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA-FEDERACAFÉ. BOGOTÁ. COLOMBIA. Norma de calidades de café. Bogotá (Colombia): FEDERACAFÉ, 1988. 4 p. il. (4V1).
11. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA-GERENCIA COMERCIAL. BOGOTÁ. COLOMBIA. Compras por factor de rendimiento. Comunicación GC-251. Bogotá (Colombia): FEDERACAFÉ, 1999. 3 p.
12. FONTANE, E. R. Evaluación social de proyectos. Ed. Alfaomega, Bogotá, 1999. 471 p.
13. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. El que contamina paga. Aguas limpias para Colombia. Implementación de las Tasas Retributivas por contaminación hídrica. Bogotá (Colombia), 1998. 23 p.
14. MIRANDA M., J. J. Gestión de proyectos. Ed. Guadalupe. Bogotá, 1999. 366 p.

15. MOKATE, K. M. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Universidad de los Andes, Bogotá, 1998. 298 p.
16. OLIVEROS T., C. E.; ROA M., G. El desmucilaginado mecánico del café. 1995. 8p. (Avances Técnicos Cenicafé. No. 216)
17. PUERTA Q., G.I. El beneficio y la calidad del café. Chinchiná (Colombia): Cenicafé, 1995. 45 p.
18. PUERTA Q., G.I. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. Cenicafé 50(1): 78-88. 1999.
19. PUERTA Q., G.I. Factores relacionados con la calidad de la bebida de café. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 45 p.
20. PUERTA Q., G.I. La calidad del café. Chinchiná, Cenicafé, 1996. 10 p.
21. ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMIREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; DÁVILA A., M.T.; ÁLVAREZ H., J.R.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio Ecológico del café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 273 p.
22. ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; ÁLVAREZ G., J.; RAMIREZ G., C.A.; ÁLVAREZ H., J.R. Desarrollo de la tecnología BECOLSUB para el beneficio ecológico del café. 1997. 8p. (Avances Técnicos Cenicafé No. 238).
23. RUBIO P., C. La cultura de proyectos y el banco de proyectos de inversión nacional en Colombia. DNP. Bogotá, 1997. 21 p.
24. SAPAG CH., N.; SAPAG CH. R. Preparación y Evaluación de proyectos. McGraw Hill. Santiago, 2000. 439 p.
25. SQUIRE, I.; VAN DER TAK H, G. Análisis económico de proyectos. Ed .Tecnos; Madrid, 1980. 169 p.
26. WILBAUX, R. El beneficio del café. Boletín no oficial de trabajo No. 20. Roma (Italia): FAO, 1972. 232 P.
27. ZULUAGA V., J.; ZAMBRANO F., D. Manejo del agua en el proceso de beneficio húmedo del café para el control de la contaminación. 1993. 4p. (Avances Técnicos Cenicafé. No. 187)

# ANEXOS

## Diagnóstico del estado actual del Proceso del café Microcuenca Quebrada Granizales

Fecha: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

Nombre del caficultor o razón social \_\_\_\_\_

Finca: \_\_\_\_\_ Área de la finca: \_\_\_\_\_ has. Área en café: \_\_\_\_\_ has.

Producción de Diseño \_\_\_\_\_ @ C.P.S./año Altura: \_\_\_\_\_ msnm.

Proporción de producción en cosecha: \_\_\_\_\_ % Mitaca: \_\_\_\_\_ % Resto: \_\_\_\_\_ %

Número de recolectores en cosecha: \_\_\_\_\_ Día pico: \_\_\_\_\_ Kg. Cc. Semana pico: \_\_\_\_\_

Kg. cc.

### I EL PROCESO:

<b>1. VENDE SU CAFÉ:</b>  . En cereza _____ % . Húmedo _____ % . Seco a particulares _____ % . Seco a la Cooperativa _____ %	<b>2. QUE TIPO DE TOLVA USA?</b>  . De la despulpadora _____ 1 . Ampliación a la despulpadora _____ 2 . En segundo nivel sin agua _____ 3 . Húmeda _____ 4	<b>3. LUEGO DE RECOLECTADO EL CAFÉ CEREZA, LO DESPULPA:</b>  . 2 Veces por día _____ % . Diariamente _____ % . Al día siguiente _____ % . Cada dos días _____ % . 2 Veces por semana _____ % . Semanalmente o más _____ %
<b>4. DESPUÉS DE FERMENTADO EL MUCÍLAGO, LAVA SU CAFÉ:</b>  . En la mañana siguiente _____ % . En la tarde siguiente _____ % . Cada dos días _____ % . 2 Veces por semana _____ % . Semanalmente o más _____ %	<b>5. LUEGO DE LAVADO ELCAFÉ, INICIA EL SECADO:</b>  . Inmediatamente _____ % . A las 8 horas _____ % . A las 12 horas _____ % . Al día siguiente _____ % . Cada dos días _____ % . 2 Veces por semana _____ % . Semanalmente _____ % . Cada 2 semanas _____ % . Cada 3 semanas o más _____ %	<b>6. QUE TIEMPO EMPLEA PARA SECAR SU CAFÉ?</b>  . 1 Día _____ % . 2 Días _____ % . 3 Días _____ % . 4 Días _____ % . 5 Días _____ % . Una semana _____ % . 10 Días _____ % . 2 Semanas _____ % . 3 Semanas o más _____ %

### II LOS EQUIPOS

<b>7. CUAL ES EL ESTADO DE LAS DESPULPADORAS QUE USA?</b>  . Cantidad _____ Un. . Capacidad total _____ kg/hora  <b>ESTADO DE:</b> . Camisas: _____ (1 a 6) . Pecheros: _____ (1 a 6) . Rodamientos: _____ (1 a 6) . Calibración: _____ (1 a 6)	<b>8. CUAL ES EL TIPO DE ZARANDA QUE USA?</b>  . Ninguna _____ 1 . Plana _____ 2 . De varillas _____ 3  <b>LA ABERTURA ES DE :</b> . 9 mm _____ 1 . 8 mm _____ 2 . 7 mm _____ 3 . 6 mm _____ 4 . 5 mm _____ 5 . 4 mm _____ 6	<b>9. QUE SISTEMA USA PARA EL SECADO?</b>  <b>SOL:</b> . Paseras _____ m <sup>2</sup> . Marquesinas _____ m <sup>2</sup> . Elbas _____ m <sup>2</sup> . Patio de cemento _____ m <sup>2</sup> . Carros _____ m <sup>2</sup>  <b>MECÁNICO:</b> . Silo, Guardiola, otro _____ @ cps
<b>Cuanto le cuesta el mantenimiento y la reparación de los equipos y las instalaciones para el proceso del café actualmente? _____ \$/año.</b>		

### III AMBIENTALES

10. CUÁL ES EL TIPO DE BENEFICIADERO?	11. QUÉ USO DÁ A LOS SUBPRODUCTOS.	12. NORMALMENTE QUÉ FUENTE DE AGUA USA PARA EL BENEFICIO DEL CAFÉ?
. Indiscriminado BE0. ___ 1	. No usa. ___ 1	. Superficial. ___ 1
. Agua pulpa, mucílago río BE1. ___ 2	. En lotes. ___ 2	. Superficial bombeo. ___ 2
. Pulpa seca, mucílago río BE2. ___ 3	. Almácigo. ___ 3	. Acueducto. ___ 3
. Pulpa seca, lavado río BE3. ___ 4	. Venta de humus. ___ 4	. Lluvia. ___ 4
. Pulpa seca, 1 enjuague BE4. ___ 5	. Regala pulpa. ___ 5	. Pozo. ___ 5
. Becolsub BE5. ___ 6		
. Becolsub, lixiviados BE6. ___ 7		

### IV LA TRANSFORMACIÓN.

13. CUANTO REQUIERE PARA LA TOLVA?	14. CUANTA CAPACIDAD REQUIERE PARA LA FOSA?	15. CUANTA CAPACIDAD REQUIERE PARA LOMBRICULTIVO?
. Nada. ___ 1	. Nada. ___ 1	. Nada. ___ 1
. 25%. ___ 2	. 25%. ___ 2	. 25%. ___ 2
. 50%. ___ 3	. 50%. ___ 3	. 50%. ___ 3
. 75%. ___ 4	. 75%. ___ 4	. 75%. ___ 4
. 100%. ___ 5	. 100%. ___ 5	. 100%. ___ 5

16. QUÉ EQUIPO REQUIERE PARA MEJORAR EL PROCESO?	17. ADECUACIÓN PARA EL MÓDULO O TANQUE TINA?	18. INSTALACIONES ELÉCTRICAS?	19. INSTALACIONES HIDRÁULICAS?
. Tradicional. ___ 1	. Nada. ___ 1	. Nada. ___ 1	. Nada. ___ 1
. Ecológico. ___ 2	. 25%. ___ 2	. 25%. ___ 2	. 25%. ___ 2
<b>Capacidad de proceso:</b>	. 50%. ___ 3	. 50%. ___ 3	. 50%. ___ 3
. 300 Kg. cc/hora. ___ 1	. 75%. ___ 4	. 75%. ___ 4	. 75%. ___ 4
. 600 Kg. cc/hora. ___ 2	. 100%. ___ 5	. 100%. ___ 5	. 100%. ___ 5
. 1200 Kg. cc/hora. ___ 3			
. 2500 Kg. cc/hora. ___ 4			
. Otra. ___ 5			

20. QUÉ REQUIERE PARA EL SECADO?	21. PARA LA CUBIERTA?	22. PARA EL PISO	23. PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS?
. Marquesina. ___ 1	. Nada. ___ 1	. Nada. ___ 1	. Nada. ___ 1
. Mecánico 20 @. ___ 2	. 25%. ___ 2	. 25%. ___ 2	. 25%. ___ 2
. Mecánico 40 @. ___ 3	. 50%. ___ 3	. 50%. ___ 3	. 50%. ___ 3
. Mecánico 80 @. ___ 4	. 75%. ___ 4	. 75%. ___ 4	. 75%. ___ 4
. Mecánico 120 @. ___ 5	. 100%. ___ 5	. 100%. ___ 5	. 100%. ___ 5
. Mecánico 240 @. ___ 6			
. Otro. ___ 7			

Diagnostico: \_\_\_\_\_