

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

ANÁLISIS TÉCNICO, AMBIENTAL Y FINANCIERO DE INCORPORAR LA COSECHA
DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE CULANTRO CASTILLA (*Coriandrum
sativum*) BAJO AMBIENTE CONTROLADO EN OREAMUNO DE CARTAGO

Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Economía Agrícola y Agronegocios con énfasis en Agro ambiente
Modalidad: Proyecto de Graduación

Sustentante

Giovanni Guillén Aragón
971594

San José, Costa Rica
2022

Trabajo Final de Graduación presentado el día 14 de marzo del 2022 a las 14 horas a través de la plataforma de presentación virtual, vía Zoom, con ID de reunión 869 5519 6960 y contraseña de acceso eaaa2022 para optar por el grado de Licenciado en Economía Agrícola.



MGA. Enrique Montenegro Hidalgo

Representante de Dirección



Dr. Olman Quirós Madrigal

Director



MAE. Carlos Díaz Gutiérrez

Miembro



Dr. Luis Vicio Losilla Solano

Miembro



Dr. Víctor Antonio Rodríguez

Miembro



Giovanni Guillén Aragón

Postulante

Dedicatoria

El presente trabajo cierra un ciclo importante en mi vida profesional cuyo esfuerzo ha sido inmensamente motivado por mi esposa, mi familia, mi padre (q.d.D.g) y amistades cercanas quienes con sus oraciones y buenos deseos han influido en lograr terminar esta etapa académica, a ellos les dedico este trabajo final y le doy gracias a Dios por darme las herramientas y disciplina para alcanzar este objetivo.

Reconocimientos

A mi esposa por darme el apoyo y empuje para lograr culminar este trabajo.

A mi madre y en general a mi familia porque todos han influido a través de sus oraciones y buenos deseos para que yo pudiera concluir con este reto.

Al agricultor de la parcela que se utilizó para este estudio por brindar la información necesaria y tener apertura para contribuir con esta evaluación de implementación tecnológica.

A los integrantes de mi comité asesor por los consejos y valiosos aportes al presente trabajo.

A los profesores y administrativos de la escuela por motivarme a cerrar este ciclo académico.

Y a todas las personas y profesionales externos, así como a especialistas de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias que me asesoraron y aportaron sus conocimientos para el presente trabajo.

Índice General

Dedicatoria.....	ii
Reconocimientos.....	iii
Índice General.....	iv
Tabla de Abreviaturas.....	xiv
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	3
3. Justificación.....	5
4. Objetivos.....	9
4.1. Objetivo general.....	9
4.2. Objetivos específicos.....	9
5. Marco Referencial.....	10
5.1. Marco de Antecedentes.....	10
5.2. Marco Geográfico.....	13
5.3. Marco Teórico y Conceptual.....	15
5.3.1. <i>Evaluación de proyecto</i>	15
5.3.2. <i>Cosecha de agua en función de producción</i>	19
5.3.3. <i>Características agronómicas del cultivo</i>	20
6. Diseño Metodológico.....	21
6.1. Operacionalización de las Variables.....	25
7. Comportamiento del mercado de culantro castilla a nivel nacional.....	29
7.1. Presentación del producto.....	29
7.2. Plaza de colocación del producto.....	29
7.3. Oferta nacional.....	31
7.4. Demanda del producto en el mercado nacional.....	34
7.5. Opciones de consumo.....	36
7.6. Precio de comercialización.....	37
7.6.1. <i>Establecimiento del precio de venta del culantro producido en la finca de estudio</i>	40
7.7. Comercialización del culantro producido en la finca de estudio.....	42

8. Estudio técnico.....	43
8.1. Descripción de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia	43
8.1.1. Componentes mínimos.....	44
8.1.2. Componentes adicionales.....	44
8.1.3. Técnicas de captación de agua de lluvias	45
8.2. Características físicas de la parcela donde se evalúa implementar un sistema de captación de cosecha de agua de lluvia.....	50
8.2.1. Pendiente del terreno	50
8.2.2. Características del suelo	51
8.3. Método que se utilizará para cosecha de agua en la parcela bajo estudio	56
8.4. Requerimiento de agua del cultivo.....	57
8.5. Distribución estacional de lluvias en la zona	64
8.6. Sistema de captación de agua de lluvia para la parcela	65
8.6.1. Estudio hidrológico en la propiedad de estudio	65
8.6.2. Diseño del Sistema de Captación de Agua Llovida (SCALL)	69
8.6.3. Distribución de los sistemas independientes de captación en la parcela.....	71
8.6.4. Costos de implementación del Sistema de captación de agua llovida (SCALL) ...	71
8.7. Establecimiento del cultivo y proyección de volumen de producción.....	73
8.7.1. Inversión inicial de infraestructura para establecer el cultivo de culantro castilla en la parcela bajo estudio.....	74
8.7.2. Siembra y mantenimiento del cultivo	83
8.8. Resumen de inversiones.....	92
8.8.1. Resumen de reinversiones en infraestructura	93
9. Marco legal que regula el recurso hídrico en Costa Rica y dimensión organizacional del proyecto.....	97
9.1. Antecedentes del Marco legal del recurso hídrico	97
9.1.1. Instituciones vinculadas con la gestión del recurso hídrico	101
9.1.2. Tramitología para uso y aprovechamiento de fuentes de agua	103
9.2. Tipo de empresa a establecerse en el proyecto	108
9.2.1. Organización legal del proyecto	110
10. Análisis ambiental.....	115

10.1. Dimensión Ecológica	115
10.1.1. <i>Identificación de impactos ambientales en la propiedad</i>	116
10.2. Dimensión Socioeconómica.....	123
10.2.1. <i>Aumento de ingresos en la parcela</i>	123
10.2.2. <i>Uso de la tierra</i>	124
11. Estudio financiero	126
11.1. Financiamiento del proyecto	126
11.2. Cálculo de la tasa de costo de capital (Ko)	131
11.3. Inversiones	132
11.3.1. <i>Inversión en activos fijos</i>	132
11.3.2. <i>Inversión en activo nominal</i>	134
11.3.3. <i>Inversiones en capital de trabajo</i>	135
11.4. Costos	137
11.5. Ingresos	138
11.6. Flujo de Caja	142
11.6.2. <i>Resultados del escenario sin implementación de proyecto de cosecha de agua (SCALL)</i>	154
11.7. Análisis de sensibilidad del proyecto	155
12. Conclusiones y recomendaciones	162
Referencias Bibliográficas	172
Anexos	191

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Volumen de culantro castilla comercializado en CENADA con respecto a producción nacional total, 2015-2019	33
Cuadro 2. Volumen de culantro castilla comercializados en CENADA según cantón de procedencia, 2015-2019.....	34
Cuadro 3. Precios y peso de rollos de culantro comercializados.....	37
en mercados minoristas, octubre 2020.....	37
Cuadro 4. Valor estacional específico de precios de culantro 2015-2019.....	38
Cuadro 5. Índices estacionales de precios por trimestre en el período de años 2015-2019	38
Cuadro 6. Precios promedios mensuales (colones/450g) para el culantro castilla comercializado en CENADA, 2015-2019	40
Cuadro 7. Precios ajustados de culantro según referencia de CENADA para una unidad de 90 gramos por rollo en los últimos 5 años	41
Cuadro 8. Precio de venta de culantro castilla por rollo de 90 gramos para finca de Oreamuno.....	42
Cuadro 9. Composición textural del suelo en Potrero Cerrado de Oreamuno.....	52
Cuadro 10. Valores de densidad aparente presentes en cada horizonte del perfil de suelo de referencia.....	53
Cuadro 11. Referencia aproximada de la profundidad del suelo, (calicata #334).....	54
Cuadro 12. Porcentajes de agua útil en el suelo (Calicata #334).....	56
Cuadro 13. Pagos mensuales de consumo de agua para operar un área de siembra de 616 m ² , 2020.....	58
Cuadro 14. Proyección del volumen aproximado de requerimiento de agua para sembrar culantro castilla en el área total disponible de la parcela (3.136m ²) durante época seca (enero-abril)	58
Cuadro 15. Escala de tarifas especiales para actividades productivas (ASADA)	60

Cuadro 16. Costo proyectado de agua del acueducto con proyecto SCALL.....	60
Cuadro 17. Áreas máximas de cultivo según la disponibilidad de agua sin proyecto durante el año.....	62
Cuadro 18. Costo proyectado de consumo de agua del acueducto en un escenario sin proyecto SCALL.....	63
Cuadro 19. Distribución mensual del volumen de agua llovida en el Distrito de Potrero Cerrado de Oreamuno.....	64
Cuadro 20. Costo total de implementar los dos reservorios de captación de agua.....	72
Cuadro 21. Estimación de producción máxima de rollos de culantro por módulo de ambiente protegido	73
Cuadro 22. Costos de labranza del terreno	75
Cuadro 23. Cantidad y superficie de cada tipo de módulos (ambientes protegidos).....	76
Cuadro 24. Costos de mano de obra para construcción de módulos de ambiente protegido.....	78
Cuadro 25. Costos totales de materiales para instalar estructuras de macro túneles.....	81
Cuadro 26. Mano de obra para siembra de cada módulo.....	83
Cuadro 27. Requerimiento y costos totales de insumos para siembra.....	84
Cuadro 28. Costos totales de mano de obra para los 40 macro túneles.....	86
Cuadro 29. Detalle de costo de mano de obra total	88
Cuadro 30. Cargas sociales reflejadas en el salario mínimo de un peón agrícola	89
Cuadro 31. Costo de insumos y materiales en el mantenimiento del cultivo	90
Cuadro 32. Resumen del costo de inversión para el Sistema de Cosecha de agua y la infraestructura general de Macro-túneles	93
Cuadro 33. Vida útil de los principales activos del proyecto	94
Cuadro 34. Calendario estimado de reinversión en estructuras y equipos durante la operación del proyecto.....	95
Cuadro 35. Instituciones y gestión con el recurso hídrico.....	101

Cuadro 36. Costos en trámite de licencia ambiental mediante formulario D2	113
Cuadro 37. Costos de trámite municipal que se requieren para realizar los reservorios del sistema de captación de agua llovida	114
Cuadro 38. Impactos ambientales identificados y medidas de mitigación producto de la implementación del sistema SCALL	118
Cuadro 39. Costo de instalación de una barrera de silt fence	123
Cuadro 40. Condiciones de crédito BN Agricultura.....	128
Cuadro 41. Tabla de amortización. Financiamiento del 90% para la inversión del proyecto de Implementación de Sistema de agua llovida y siembra de culantro castilla en macro túneles	130
Cuadro 42. Inversiones en activos fijos y depreciación anual para establecimiento del proyecto en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, 2021	133
Cuadro 42. Reinversión del sistema de riego en el año 7 del horizonte de proyecto en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, 2021	134
Cuadro 43. Inversiones en activos nominales y la amortización anual respectiva para la implementación del proyecto SCALL	135
Cuadro 44. Capital de trabajo del primer año	136
Cuadro 45. Reinversiones en capital de trabajo en el horizonte de evaluación del proyecto.	137
Cuadro 46. Costos de operación proyectados desde el año 1 al 10 del ciclo de proyecto.	138
Cuadro 47. Precios de venta proyectados durante el horizonte de evaluación del proyecto	139
Cuadro 48. Inflación anual en los últimos 4 años.....	139
Cuadro 49. Ingresos proyectados en todo el ciclo de proyecto.	141
Cuadro 50. Flujo de caja proyectado con la implementación del sistema de captación de agua llovida (SCALL)	142

Cuadro 51. Máxima producción estimada para la disponibilidad de agua de ASADA en la parcela	143
Cuadro 52. Inversión proporcional para el área máxima de siembra en la parcela sin proyecto SCALL.....	144
Cuadro 53. Rubro de mano de obra	145
Cuadro 54. Rubros de costos operativos.....	145
Cuadro 55. Resumen de proyección de costos operativos (sin proyecto SCALL).....	146
Cuadro 56. Activo nominal el cual se amortiza en 5 años.....	147
Cuadro 57. Rubros de inversión en activos fijos para escenario sin proyecto SCALL. 147	
Cuadro 58. Depreciación de activos	147
Cuadro 59. Calendario estimado de reinversión en estructuras y equipos durante la operación del proyecto.....	148
Cuadro 60. Reinversión del sistema de riego en el año 7 del horizonte de proyecto en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, 2021	149
Cuadro 61. Tabla de amortización (Escenario sin proyecto).....	150
Cuadro 62. Flujo de caja Proyectado sin la implementación del sistema de captación de agua llovida (SCALL)	151
Cuadro 63. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno Modificada para el escenario sin proyecto	152
Cuadro 64. Indicadores financieros de la evaluación con proyecto, Sistema SCALL, Potrero Cerrado de Oreamuno	153
Cuadro 65. Indicadores financieros de la evaluación sin proyecto de Sistema SCALL, Potrero Cerrado de Oreamuno	154
Cuadro 66. Comparación del indicador de la TIR en ambos escenarios en donde para el escenario sin proyecto se calculó la TIRM.....	154
Cuadro 67. Análisis de sensibilidad del VAN según diferentes niveles de volumen de producción vs precio de venta por rollo de culantro.....	157

Cuadro 68. Análisis de sensibilidad del VAN según diferentes niveles de Costos de operación vs precio de venta por rollo de culantro	157
Cuadro 69. Valoración del VAN según diferentes niveles de Costos de operación vs precio de venta por rollo de culantro con un rango de decrecimiento / incremento del 5%	160
Cuadro 70. Valoración del VAN con un rango de decrecimiento / incremento del 35% en los Costos de operación vs precio de venta por rollo de culantro con el rango establecido de 10% de decrecimiento / incremento	160
Cuadro 71. Valoración del VAN usando un índice estacional de precios del 28% por debajo del precio promedio y una reducción del volumen de venta contemplando reducciones de lluvias en un año seco (referencia del 2019).....	161
Cuadro 72. Sensibilización del volumen de producción según la disminución de lluvias tomando como base el año 2019 como el más seco del segmento analizado (2016-2020) en el cual el porcentaje de lluvias fue un 25% menos con respecto al promedio de los 5 años	161

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Volumen anual de culantro castilla comercializado a nivel nacional, 2015-2019	32
Gráfico 2. Comportamiento de la oferta según toneladas transadas en CENADA por mes de culantro castilla entre los años 2015-2019	35
Gráfico 3. Volumen de culantro castilla comercializado en CENADA según cantón, 2019	36
Gráfico 4. Análisis de la variación de precios de comercialización (colones/rollo) de culantro castilla por mes en CENADA entre los años 2015-2019	38

Índice de Figuras

Figura 1. Fincas aledañas a la parcela bajo estudio en Potrero Cerrado, Oreamuno.	14
Figura 2. Centro de poblaciones cercanas a la parcela en evaluación para instalar un sistema de captación de agua llovida.	15
Figura 3. Diagrama de los componentes y técnicas para establecer un Sistema de Cosecha de agua.	43
Figura 4. Ejemplo de microcuenca con técnica negarim.	45
Figura 5. Ejemplo de microcuenca en contorno.	46
Figura 6. Ejemplo de Microcuenca en surcos.	46
Figura 7. Ejemplo de Bordes semicirculares.	47
Figura 8. Ejemplo de un conjunto de Andenes y terrazas.	48
Figura 9. Ejemplo de un reservorio.	48
Figura 10. Ejemplo de embalse.	49
Figura 11. Ejemplo de tanque de almacenamiento.	49
(Sistema subterráneo)	49
Figura 12. Ejemplo de tanque de almacenamiento.	50
Sistema sobre suelo.	50
Figura 13. Ubicación de Calicata cercana al terreno según coordenadas obtenidas de la app SUELOS CR.	51
Figura 14. Área de la parcela bajo estudio que actualmente es usada para cultivo de culantro castilla.	57
Figura 15. Valores de porcentajes de escurrimiento.	67
Figura 16. Valores de coeficientes de escorrentía según el área tributaria en la propiedad.	68
Figura 17. Caudales de aguas pluviales en las áreas de captación.	69
Figura 18. Caudal de diseño hidráulico del reservorio.	70

Figura 19. Ubicación aproximada de los reservorios propuestos en la parcela.....	71
Figura 20. Ejemplo de caja para entregar los rollos de culantro en un estándar de 30 rollos / caja (Dimensiones 470mm x 340mm x 270mm).....	74
Figura 21. Distribución aproximada de los diferentes tipos de módulos para ambiente controlado en la parcela.	77
Figura 22. Estructura de macro túnel similar a instalar en la parcela bajo análisis.	79
Figuras 23 y 24. Se aprecia el tipo de instalación que llevarían los módulos y luego como va quedando listo el acabado de estos. Fuente: (Gómez. D, Rodríguez, 2011).....	80
Figura 25. Rubro de póliza y calculo respectivo.	89
Figura 26. Dimensiones aproximadas para preparar la instalación de la barrera.	121
Figura 27. Proceso de instalación de postes para la barrera.	121
Figura 28. Imagen demostrativa de la instalación de una barrera de control de sedimentos	122
Figura 29. Condición de la dirección de escorrentía y ubicación del control de sedimentos para conservación de suelos.....	122
Figura 30. Esquema de Beneficiarios SBD.	127
Figura. 31. Composición de SBD.....	127

Tabla de Abreviaturas

<i>AYA</i>	Acueductos y Alcantarillados
<i>CENADA</i>	Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos
<i>CEMEDE</i>	Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco
<i>CIA</i>	Centro de Investigaciones Agronómicas
<i>CIGEFI</i>	Centro de Investigaciones Geofísicas
<i>DRCO</i>	Región de Desarrollo Central Oriental
<i>FAO</i>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<i>HIDROCEC</i>	Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe
<i>INDER</i>	Instituto de Desarrollo Rural
<i>INEC</i>	Instituto Nacional de Estadística y Censo
<i>IPPC</i>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
<i>MAG</i>	Ministerio de Agricultura y Ganadería
<i>MINAE</i>	Ministerio del Ambiente y Energía
<i>PIMA</i>	Programa Integral de Mercadeo Agropecuario
<i>SCALL</i>	Sistema de Captación de Agua Lluvia
<i>SENARA</i>	Sistema Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
<i>SUA</i>	Sociedades de Usuarios de Agua
<i>UCR</i>	Universidad de Costa Rica
<i>UNA</i>	Universidad Nacional

1. Introducción

América Latina junto con el Caribe comparten algunas características particulares para enfrentar los impactos del cambio climático. En ella se localizan algunos de los países con mayor biodiversidad del planeta y alta disponibilidad de agua dulce, también territorios pequeños que pueden ser especialmente afectados por variaciones en la temperatura y la disponibilidad de agua (Corrales, 2010).

Según Corrales (2010), las pruebas reunidas hasta ahora por el Panel de Expertos de la Conferencia Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC-AR4) muestran tendencias a un aumento de la temperatura promedio mundial, un aumento en las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, la elevación del nivel del mar, y la reducción de la masa de muchos glaciares del mundo y las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida. Si estos efectos continúan es probable que se produzcan impactos sobre los ecosistemas incluyendo pérdida de hábitat, cambios en la vegetación y la productividad agrícola.

En la actividad agrícola, el desarrollo de los cultivos debe siempre de contar con la necesidad de agua satisfechas para obtener buenos rendimientos de producción al final de la cosecha. En el sistema agrícola de secano el agua es aportada sólo por la lluvia (Quesada, 2017), esta condición limita a la producción a ser estacionaria y es considerada de alto riesgo debido al factor de cambio climático, cuyas reducciones en las precipitaciones en una región puede dejar en sequía la única oportunidad para producir en el año.

La técnica de cosecha de agua es una de las opciones que pueden ayudar a contrarrestar la escasez del recurso hídrico y que en los últimos años ha venido cobrando fuerza. FAO (2000) la define como la recolección de escorrentía superficial para su uso productivo, y que puede lograrse de las superficies de tejados, así como de corrientes de agua intermitentes o efímeras. Según Rodríguez et al (2010), los criterios para determinar cuál es el mejor método para almacenar agua de lluvia o de escorrentía son: objetivo por el cual se recolecta, pendiente del

terreno, características del suelo, costos de construcción, cantidad e intensidad y distribución estacional de las lluvias y finalmente factores sociales.

Por su parte, FAO (2000;2013), indica que en los sistemas de cosecha de agua se consideran tres componentes importantes: el primero es el área de captura, en donde se recolecta el agua para ser transportada hasta el reservorio, el segundo es el área de almacenaje o reservorio (reservorio artificial), perfil del suelo, acuíferos subterráneos y el tercero es el área objetivo o de uso del agua (agricultura, uso doméstico o industrial).

Las técnicas para realizar un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) se clasifican según el terreno que requieren en Micro captaciones o captación dentro del sistema y Sistemas de captación Externa (FAO 2000; 2013). Esta herramienta se convierte en sí misma en una oportunidad potencial de lograr no solo adaptar el sistema productivo a los efectos del cambio climático, sino que además lograr sembrar de forma constante durante todo el año.

Sin embargo, toda inversión tiene sus pros y sus contras que deben ser consideradas antes de realizar un proyecto. El objetivo del presente trabajo final de graduación es precisamente evaluar la rentabilidad de integrar esta tecnología para suplir el riego en una parcela agrícola ubicada en Potrero Cerrado de Oreamuno de Cartago, cuyo proceso productivo está asociado actualmente a la siembra de culantro castilla (*Coriandrum sativum*).

La construcción de dicho análisis contará con el desarrollo de un estudio técnico en donde se definirá el método de cosecha de agua que se ajuste a las necesidades de riego de la parcela en estudio y en donde también se determinará la infraestructura necesaria para el sistema de riego.

Por otra parte, se actualizará el costo de producción de establecer el cultivo y reemplazar los módulos de ambiente protegido. El análisis ambiental es fundamental para identificar el tipo de impacto que se derivará de la implementación de la técnica de cosecha de agua al sistema productivo.

Finalmente, en el análisis financiero se analizará el grado de rentabilidad o ausencia de éste de realizar la inversión en esta tecnología para generar la fuente de agua para riego, mediante el planteamiento de escenarios según la técnica de flujos de caja proyectados.

2. Planteamiento del problema

En Costa Rica, como en muchos lugares del mundo, la producción agrícola enfrenta condiciones climáticas que restringen la productividad sostenida a lo largo del año. Este problema es aún más crítico en fincas dedicadas a la producción de hortalizas debido a su alta demanda hídrica, las cuales muchas veces no cuentan con fuentes propias y permanentes de agua para garantizar el riego. Es importante considerar que, con el cambio climático, la distribución y cantidad de lluvias es cada vez más variable e impredecible, lo cual crea la necesidad de implementar técnicas de riego que permitan al productor minimizar la incertidumbre provocada por las variaciones climáticas estacionales.

Esta dependencia estacional a la hora de cultivar no sólo se refleja en complicaciones para mantener una producción sostenida para los productores de hortalizas, sino que los vuelve más vulnerables a las variaciones cíclicas del fenómeno del niño y de la niña (fases de calentamiento y enfriamiento de la temperatura media en el Pacífico oriental ecuatorial de ENOS¹). Este fenómeno puede acentuar sequías en zonas donde normalmente hay alta precipitación o bien, por el contrario, se podrían presentar altas precipitaciones en zonas de baja precipitación. En ambos casos, se pueden alterar los ciclos productivos de los cultivos.

Adicional al escenario descrito en el párrafo anterior, se considera contemplar la influencia que tiene y tendrá el efecto del calentamiento global (efecto cambio climático) sobre el fenómeno cíclico del Niño (ENOS), lo que sin duda significa asumir un gran reto por adaptar los sistemas productivos a estas condiciones, procurando utilizar de la forma más eficiente y sostenible el recurso hídrico. En 1997, el Grupo intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPPC por sus siglas en inglés) estimó que los principales efectos directos derivados de las variaciones en la temperatura y precipitación serían principalmente la duración de los ciclos de cultivo, alteraciones fisiológicas por exposición a temperaturas fuera del umbral permitido, deficiencias hídricas y respuesta a nuevas concentraciones de CO₂ atmosférico (Watson, 1997).

¹ Término con que se conoce al fenómeno del Niño

Posteriormente, un estudio realizado por el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) y la Escuela de Física de la Universidad de Costa Rica (UCR), muestra evidencias de dicha problemática, en cuyos cálculos se estima que América Central será más seca y caliente en el 2050, la tendencia futura en la región despliega los siguientes resultados: En los países del norte de la región (Nicaragua, El Salvador, Honduras, Belice y Guatemala) se proyectan disminuciones de la lluvia entre el 5% y el 10% y de la escorrentía entre el 10% y el 30%. Además, se prevé un aumento de la temperatura de 3° C (el estudio analiza la variación de temperatura de 1950 al 2099).

Mientras tanto, en los países del sur (Costa Rica y Panamá) se proyecta una reducción del 5% de la precipitación y del 10% en la escorrentía, y el aumento en la temperatura será de 4° C (Blanco, 2015).

La zona norte de Cartago enfrenta fuertes problemas por déficit de agua debido a que la oferta de programas de riego del Sistema Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) no satisface la demanda del recurso y afecta tanto a pequeños, medianos como a grandes agricultores. Esta situación también ha generado tomas ilegales de agua de las quebradas y de la cuenca del Río Reventado de cuyo caudal dependen los programas de riego constituidos legalmente (Narváez, 2013).

Así como a muchos productores de esta zona, los propietarios de la parcela a evaluar se enfrentan a la ausencia de infraestructura a nivel regional que brinde una solución de fuentes seguras de riego, a esta condición se suma la carencia de parámetros técnicos que indiquen los requerimientos de agua que demandan los cultivos.

Este panorama evidencia la necesidad de evaluar las técnicas de cálculo más adecuada para determinar los requerimientos de agua que rigen en el proceso de desarrollo de los cultivos en la zona norte de Cartago debido a la falta del recurso hídrico, especialmente en la época seca y cuando suceden patrones climáticos de fenómenos como el Niño o la Niña (Quesada, 2017).

Este escenario expone una gran problemática con el acceso al recurso hídrico para producir, por el cual se hace necesario evaluar la incorporación de la técnica de cosecha de agua a su sistema productivo como consecuencia de la manifestación de los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad del recurso hídrico para producción agrícola y la escasa oferta de proyectos de riego en la zona geográfica a la cual pertenece la parcela bajo estudio.

3. Justificación

A nivel nacional, el SENARA es la institución con un rol estratégico en el tema de gestión del recurso hídrico; tanto a nivel de participación directa como en la coordinación con otras instituciones de los sectores agropecuario y ambiente, este rol está fuertemente establecido en la ley No. 6877, con la cual fue creada la institución y define su marco de competencias (La Gaceta No.143, 1983).

A principios de la década de 1990, con el apoyo de SENARA se estableció la primera SUA en Tierra Blanca de Cartago (Herrera, 2002). Al poco tiempo se constituyeron otras, en donde destaca la SUA Sanatorio Duran, que en aquellos años eran proyectos que dieron solución de riego en conjunto a unas 74 ha de fincas de cultivos (Herrera, 2002).

La modalidad organizacional para riego denominada SUA, son las Sociedades de Usuarios de Agua, esta es una figura creada en casos de que haya más de cuatro personas usando una misma fuente de agua y se encuentra reglamentada por la Ley 276 de 1942. Estas agrupaciones de personas deben realizar la inscripción ante el MINAE y gestionar la concesión de aprovechamiento del recurso, en donde la oficina de Dirección de Aguas determina la cantidad de caudal a aprovechar, así como su aprobación o no, (Herrera, 2002).

En los últimos años se han ido constituyendo más asociaciones de aprovechamiento de riego para la agricultura en la región norte de Cartago, en donde hay un total de 26 SUA, (Narvárez, 2013).

Las más cercanas a la propiedad en estudio, son dos: SUA Río Reventado y la SUA Sanatorio Duran; ambas tienen concesión de aprovechamiento del Río Reventado y son apoyadas directamente por SENARA, sin embargo, tal como lo indica Narváez (2013) muchos productores han solicitado ser admitidos en alguna SUA, pero encuentran la dificultad de que éstas no tienen capacidad para ampliar el número de usuarios y esto es una problemática que se mantiene en la actualidad. En total son 13 SUA que se benefician del aprovechamiento del Río Reventado y con ello cubren las necesidades de riego de apenas 386 hectáreas (Narváez, 2013). La realidad muestra que hoy en día se tienen 3 090,12 hectáreas dedicadas a la producción de cultivos distribuidas entre los distritos de Tierra Blanca y Potrero Cerrado, (DRCO-MAG, 2015). En contraste con las áreas que cuentan con programas de riego, no se logra satisfacer la demanda por riego en la zona.

Hay varias limitantes presentes en muchas de las fincas como es el caso de la parcela a la que se hace referencia en este estudio, entre las identificadas están: alto riesgo de no contar con la disponibilidad de agua llovida a raíz de la variabilidad de los factores climáticos influenciados por los fenómenos del Niño y Niña, cuerpos de agua superficiales alejados de la propiedad y en donde ya se tiene una sobre explotación de su cuenca aguas arriba, inexistencia de programas de riego nuevos al que pueda acceder en el corto plazo, ausencia de capital económico para exploración de fuentes subterráneas a título privado y falta de apoyo institucional regional (extensión agrícola-MAG).

Este déficit de infraestructura en materia de soluciones de programas de riego limita a gran cantidad de productores, principalmente pequeños, lo cual, sumado a los factores variables del clima, estimula la búsqueda de alternativas innovadoras para el uso del recurso hídrico y que sean viables ambiental y económicamente. Por estas razones, integrar al sistema productivo la técnica de cosecha de agua a una parcela con estas limitantes puede significar una solución sostenible para continuar cultivando y minimizando el riesgo al que se expone por factores climáticos. La cosecha de agua es una alternativa con altas potencialidades para ayudar a complementar los requerimientos de riego y entre las áreas definidas para cosecha de agua se encuentra la Zona Norte de Cartago (Narváez, 2013).

La parcela que se someterá al análisis de rentabilidad de incorporar la técnica de cosecha de agua es utilizada para el desarrollo de culantro castilla (*Coriandrum sativum*) desde hace varios años y el conocimiento adquirido por el productor lo ha llevado a implementar técnicas tales como el uso de macro túneles hechos con infraestructura rústica para aprovechar la modalidad de ambiente protegido y evitar la exposición total del cultivo a los factores climáticos. Este sistema le permite mitigar la merma que podría tener en una producción convencional al aire libre. Bajo este contexto de producción en la parcela, se hace necesario evaluar el mercado de este cultivo ya que este será el producto por vender y del cual dependerá obtener el flujo de caja que permita financiar la implementación de la tecnología para contar con el recurso hídrico para el riego.

Para el productor de la parcela lograr tener una fuente segura de agua para riego le permitiría aumentar el aprovechamiento del terreno pasando casi 700 m² a casi 3000 m². Este aumento en la capacidad de producción significa contar con una ventana de oportunidad de obtener mejores rendimientos.

La principal referencia de mercado para el culantro castilla (*Coriandrum sativum*) es el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) del Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA), la cual representa la mayor plaza de mayoreo a nivel nacional.

De acuerdo con los datos estadísticos revisados en los últimos 5 años, los volúmenes transados en el CENADA tienen el siguiente comportamiento: en el año 2015 se registraron un total de 396,72 t, para el año 2016 hubo un incremento del 2% en el volumen transado, en el año 2017 el incremento fue del 13%, para el año 2018 solo creció en un 1% y para el año 2019 se tuvo un incremento del 30% de toneladas comercializadas (PIMA, 2015:2019).

Tal como lo muestran los valores anteriores, el comportamiento del mercado del culantro castilla en los últimos 5 años muestra una tendencia de incremento en el volumen transado, a pesar de tener variaciones extremas de un año a otro. El análisis de estos datos es importante para

sustentar la implementación de la tecnología que apoyará el riego y buscar el incremento de la producción en la parcela bajo estudio.

La evaluación técnica y financiera de aplicar esta tecnología para generar la fuente de agua para riego en la parcela descrita, nace a partir de una necesidad creciente por dar una alternativa de adaptación al faltante del recurso hídrico en la producción agrícola. De esta investigación se generará información que ayudará a identificar los aspectos ambientales involucrados en la implementación de este método de riego y sus beneficios derivados.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

- Realizar una evaluación técnica, ambiental y financiera de integrar la tecnología de cosecha de agua al plan de riego para producción de culantro castilla en ambiente controlado usando el caso de una parcela ubicada en Potrero Cerrado de Oreamuno de Cartago.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de mercado del culantro castilla a nivel nacional.
- Realizar un estudio técnico del método de cosecha de agua integrado a la operación del sistema productivo bajo ambiente controlado de la parcela aplicado a la cosecha de agua.
- Describir cómo está constituido el marco legal que regula el recurso hídrico en la producción agrícola.
- Analizar los efectos sobre el ambiente que se derivan al utilizar la técnica de cosecha de agua para riego agrícola.
- Realizar un estudio financiero para analizar la rentabilidad que genera la producción de culantro según el sistema de cosecha de agua a implementar en la parcela productiva.

5. Marco Referencial

5.1. Marco de Antecedentes

En Costa Rica las actividades agropecuarias representan el 65% de la demanda por el recurso hídrico seguido por el sector agroindustrial con un 19%, el sector industrial con un 14% y un 2% para sector turismo y consumo humano, (MINAET, SENARA y AYA, 2012). La presión por obtener disponibilidad por el recurso tanto para satisfacer el consumo humano como para las actividades productivas ha propiciado el estudio de métodos para obtener dicho recurso sin que esto implique un uso desmedido en su aprovechamiento.

Instituciones como SENARA en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), entre los años 2009 y 2010 realizaron un estudio de viabilidad técnica y económica para el desarrollo de opciones de cosecha de lluvia y manejo adecuado en sistemas de riego en la producción agropecuaria que puedan ser aplicables a nuestro país. Este estudio hace una síntesis de diversos métodos relacionados con experiencias realizadas en diferentes latitudes (Rodríguez, Morris y Morales, 2010). En él se señalan las técnicas de cosecha de agua según la topografía, por lo que hace el recuento de las experiencias en las tecnologías disponibles con respecto a tres condiciones de inclinación: pendientes pronunciadas, suaves y llanuras. La investigación hace referencia al método de captación externa el cual permite almacenar gran cantidad de agua para poder usarla en otro tiempo o cuando no llueve, lo que la convierte en el método más adecuado para aplicar en cultivos.

En el año 2015, Carvajal (2015) elaboró un “Estudio de viabilidad de cosecha de agua de lluvia en Reserva Conchal para su utilización en riego del campo de golf”. El análisis de la autora se basó en determinar el costo de realizar la inversión de aumentar la capacidad de captación en metros cúbicos de las lagunas de los campos de golf (reservorios) durante la estación lluviosa y generar la interconexión entre ellos para poder suplir la demanda de agua durante la época seca. Los resultados que obtuvo fueron favorables desde el punto de vista económico. El uso de sistemas de bombeo eléctrico o de combustible determinó tiempos diferentes de recuperación de la inversión.

Otro estudio fue elaborado por Méndez (2016), en donde realizó un análisis de la viabilidad de un sistema de captura de agua y almacenamiento para uso del beneficiado húmedo en la cooperativa de caficultores de Pilangosta en Hojancha, Guanacaste. En dicho estudio se muestra cómo el área de techos existente en la propiedad puede lograr generar un reservorio que almacenaría casi cuatro veces el volumen de agua gastado en el periodo de cosecha y proceso de beneficiado del año anterior. Esto quiere decir, que con un área total de 1.004 m² de techos para captar agua y un estanque con un área de 1 590 m², se obtenía un reservorio potencial de 5.804 m³ de agua durante la época lluviosa, en donde el consumo de agua para la actividad agroindustrial del año anterior había sido de 1 395 m³.

A su vez, Méndez (2016) compara el costo de implementar la infraestructura necesaria para captar y cosechar agua pluvial y de perforar un pozo profundo para aprovechamiento de agua, ambos escenarios financieramente eran viables según el análisis económico, sin embargo, mientras que para implementar el sistema de cosecha de agua llovida se debían invertir ₡15 404 361, con la opción de perforar un pozo para aprovechamiento de agua, el costo total era un 49% más barato con respecto al primero. El autor como ruta de decisión recomendó el sistema de cosecha de agua con respecto al pozo, ya que con ello se lograría mitigar los efectos del cambio climático y sobre explotación de fuentes subterráneas, al respecto el beneficio real se vería en el mediano plazo por propiciar un sistema sostenible en el tiempo de abastecimiento de agua.

Recientemente en el 2018, la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional (UNA) y las unidades CEMEDE (Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco) e HIDROCEC (Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe) han impulsado la captación de agua de lluvia para abastecimiento de consumo humano mediante el proyecto SCALL (Sistema de Captación de Agua Lluvia), en el campus de Nicoya, en donde se estableció un módulo de 24 m² llamado Nimbu I² el cual cuenta con tres tanques que permiten abastecer hasta 5 000 litros de agua cada uno, cuyo proceso para potabilizarlo pasa por un riguroso sistema de filtrado y purificación (UNA, 2019).

² Palabra de origen Chorotega que significa “agua y lluvia”

Con respecto a estudios fuera de Costa Rica, se encontró que la Universidad Autónoma de Chapingo, México, elaboró un estudio de “La Cosecha de agua de lluvia en zonas áridas y semiáridas”, en dicho estudio Salas (2013) hace un análisis de los métodos de cosecha de lluvia más utilizados a nivel mundial, tomando como base la interpretación del ciclo hidrológico en la biosfera para comprender las variables que influyen en determinar los métodos más adecuados para zonas geográficas específicas.

En Guatemala, Martínez (2007) hizo un “Diagnóstico de las Estructuras de captación y aprovechamiento de agua de lluvia en los Municipios de Santa Ana y Dolores del Departamento de Petén”, dicho diagnóstico consistió en tomar las estructuras de los lugareños para abastecer la demanda del recurso hídrico para consumo animal y analizar la demanda real del recurso usando las técnicas de cálculo de variables relevantes tales como: porcentaje de infiltración, evaporación y capacidad requerida de las estructuras de captación de agua llovida.

Cajina y Faustino (2007), realizaron el informe técnico que destaca la problemática por escasez del recurso hídrico en la subcuenca del Río Aguas Calientes, en donde también se suma problemas de contaminación en fuentes de abastecimiento subterráneo, aunado a que las características del suelo en esa región son muy permeables, dicha condición complica que el agua superficial pueda depositarse en el subsuelo. A raíz de esta problemática, los autores analizan la alternativa de crear sistemas de captación y almacenaje de agua llovida para ayudar a brindar una solución al problema y recuperar la producción agrícola. El informe técnico menciona un plan piloto de establecimiento de alrededor de 80 sitios para implementar sistemas de captación de agua llovida demostrativos para fines de aprovechamiento para riego.

A pesar de existir información de aprovechamiento y captación del recurso hídrico en donde se toma como factor común la problemática de zonas cuyas condiciones sociales y económicas limitan el acceso al recurso hídrico para realizar las actividades humanas y productivas, en muchos de los informes y documentos disponibles no se detallan costos de inversión, ya que se basan solamente en análisis técnicos del mejor método de cosecha de agua pluvial. Por esta razón, el presente estudio pretende establecer una evaluación técnico, ambiental y financiera

que permita realizar un análisis comparativo entre la rentabilidad de la incorporación de la cosecha de agua vs el sistema de producción actual.

Además, en la mayoría de los casos consultados se identifican el área de riego (demanda del recurso hídrico), topografía del terreno, características del suelo (estructura) y balance hídrico de la zona geográfica como variables importantes que determinarían las necesidades de inversión. Por lo tanto, estas variables deben ser consideradas en el presente estudio.

5.2. Marco Geográfico

La parcela en donde se evaluará la conveniencia de implementar la técnica de cosecha de agua llovida se ubica en Potrero Cerrado de Oreamuno en Cartago y posee una superficie de 4 051,54 m² de los cuales se dispone para cultivar 3 200 m² aproximadamente. Actualmente se aprovecha solo un área aproximada de 700 m² para cultivar culantro castilla, de forma escalonada para contar con producción durante la mayor parte del año.

Su producción se da bajo un sistema artesanal de macro túneles, con la limitante de estar sujeto a la estacionalidad de lluvias, provocando una producción irregular principalmente en el primer semestre del año. Potrero Cerrado es el distrito número tres del cantón de Oreamuno, con una superficie de 18,72 km², y una población cercana a 2 300 personas según el censo publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2011).

Según el informe denominado Características territoriales (cantones: Cartago-Oreamuno-El Guarco-La Unión) publicado en el 2016 por el Instituto de Desarrollo Rural (INDER), el distrito de Potrero Cerrado presenta un clima que se clasifica como tropical húmedo y se ubica dentro de las zonas de vida como bosque húmedo, muy húmedo y bosque pluvial. La precipitación anual en promedio va de un rango entre 1 400 y 2 000 mm y presenta una temperatura promedio de 19,2°C (INDER, 2016).

La altitud de la superficie del cantón va desde 1 435 msnm hasta poco más de los 3 000 msnm, al respecto con la elevación aproximada de la parcela que se someterá a evaluación para el

presente trabajo, ésta se encuentra aproximadamente a 2 150 msnm (Google Earth, 2019). Los tipos de suelos predominantes en el área geográfica dentro de la cual se ubica la parcela (cantón de Oreamuno), se clasifican en Andisoles, Litosoles y Latosoles (Tencio, 2013).

La zona circundante a la parcela en estudio es de vocación agrícola y en donde las demás fincas colindantes dedican su tierra a diferentes sistemas de producción de hortalizas, por lo que la actividad planteada en la unidad productiva bajo evaluación para la implementación de un sistema de captación de agua llovida (SCALL) es concordante con el desarrollo económico de la zona, tal como se muestra en la figura 1.

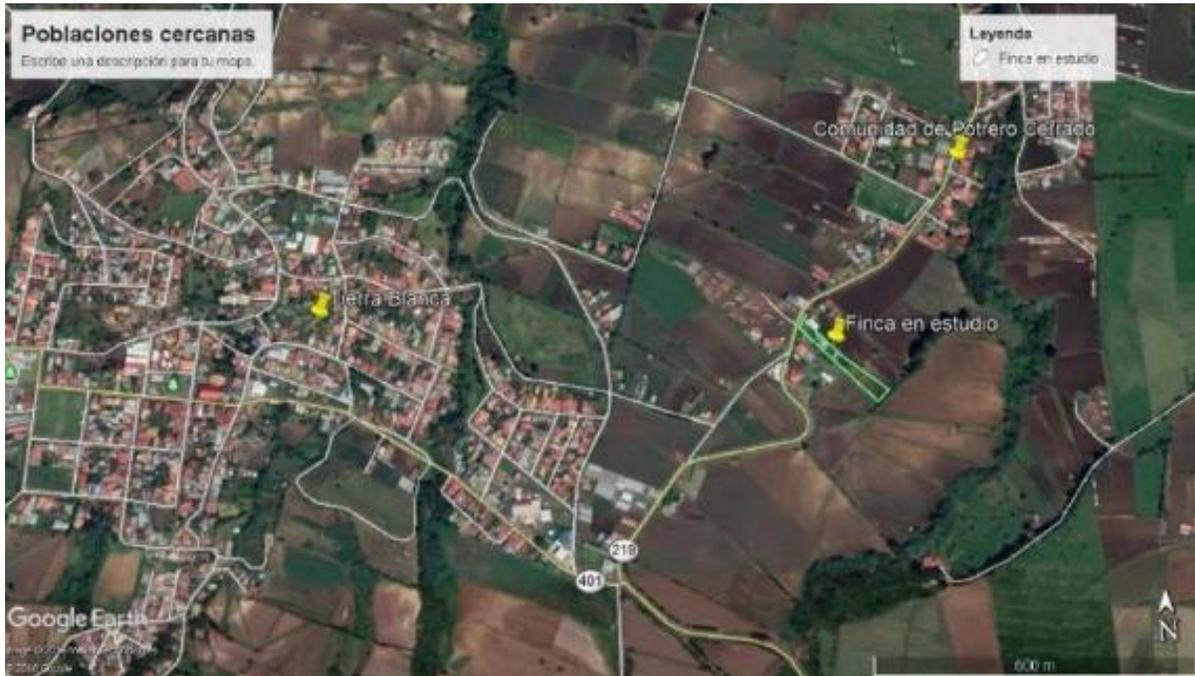
Las poblaciones más cercanas a la parcela en estudio son Tierra Blanca de Cartago a aproximadamente a 2 km de distancia de ésta y cuya concentración de población es más densa y por otro lado el centro de población del distrito de Potrero Cerrado de Oreamuno el cual está a menos de 1 km de distancia, tal como lo muestra la figura 2.

Figura 1. Fincas aledañas a la parcela bajo estudio en Potrero Cerrado, Oreamuno



Fuente: [Guillén, G. \(2019\)](#) Google Maps

Figura 2. Centro de poblaciones cercanas a la parcela en evaluación para instalar un sistema de captación de agua llovida



Fuente: [Guillén, G. \(2019\)](#) Google Maps

5.3. Marco Teórico y Conceptual

5.3.1. Evaluación de proyecto

Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantos, una necesidad humana. El proyecto surge como respuesta a una “idea” que busca la solución de un problema (reemplazo de tecnología obsoleta, abandono de una línea de productos) o la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. (Sapag y Sapag, 2008).

Rosales (2017), el concepto de proyecto se concibe como un sistema dinámico, el cual tiene un ciclo de vida en donde se identifican cuatro fases sucesivas y una interfase:

- Pre-inversión.
- Promoción, negociación y el financiamiento.
- Diseño final.
- La inversión y ejecución.
- La operación o el funcionamiento.

Las fases que conforman el ciclo de un proyecto requieren materias primas y otros recursos, en el plano humano, así como en lo económico (Rosales, 2017).

Dentro de los alcances de la evaluación de un proyecto toda decisión de inversión debe responder a un estudio previo de las ventajas y desventajas asociadas con su implementación, sin embargo, la profundidad con que éste se realice dependerá de cada proyecto en particular. Son varios los estudios que se deben realizar para evaluar un proyecto: comercial, técnico, legal, organizacional, impacto ambiental y financiero (Sapag y Sapag, 2008).

Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren; a la vez verifica la factibilidad técnica de cada una de ellas. El análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por lo tanto, los costos de inversión y de operación, así como el capital de trabajo que se necesita (Rosales, 2017).

Según Rosales (2017), la elaboración del estudio técnico para un proyecto implica analizar los siguientes elementos básicos:

- **Localización:** tiene como propósito seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, en donde se conduzca al mayor beneficio de la inversión y generar en menor costo social.
- **El tamaño:** Está dado según la magnitud, la naturaleza y el tipo de proyecto que se esté formulando, este elemento incide sobre las estimaciones de las inversiones y de los costos y, por lo tanto, sobre el cálculo de la rentabilidad.

- **La Tecnología:** Es un conjunto sistemático de conocimientos, métodos, técnicas, instrumentos y actividades, cuya aplicación permite la transformación de insumos en el producto deseado para el cumplimiento de un objetivo específico.
- **La Ingeniería:** se entiende como las inversiones que se realizan en infraestructura, instalaciones y equipamiento básicos que se requieren a partir de la tecnología seleccionada.
- **Aspectos administrativos:** Se refiere a la organización específica para planificar y programar la cantidad significativa de actividades que se llevan a cabo.
- **Costos de inversión y operación:** Los costos de inversión son todos aquellos gastos para la adquisición de determinados factores o medios productivos, los cuales generan flujo de beneficios en el tiempo. Los costos de operación son la sumatoria de todos los costos que intervienen durante la etapa de funcionamiento del proyecto, es decir los que se incurre debido a la producción de bienes o la prestación de servicios para lo cual se creó el proyecto.
- **Aspectos legales:** Constituye la parte de normativa que regula la actividad a desarrollar, así como la parte contractual entre proveedores y clientes.

Según Rosales (2017, p.208) “el estudio de impacto ambiental debe conducir a un esclarecimiento del panorama para facilitar la toma de una decisión acertada, mostrando, para cada alternativa, los cambios ambientales que han sido predichos y sus ventajas y desventajas comparativas en relación con el medio sin proyecto”.

El estudio financiero tiene como finalidad demostrar que existen recursos suficientes para llevar a cabo el proyecto de inversión, así como de un beneficio, en otras palabras, que el costo del capital invertido será menor que el rendimiento que dicho capital obtendrá en el horizonte económico (Córdoba 2006). Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y evaluar los antecedentes para determinar su rentabilidad (Sapag y Sapag, 2008).

Según Rosales (2017), los indicadores que se utilizan en la evaluación financiera de un proyecto, como criterio para la toma de decisiones de inversión, son:

- ***La tasa de rentabilidad mínima aceptable:*** Conocido como costo de oportunidad del capital para el proyecto o bien tasa de descuento, este indicador representa la rentabilidad mínima aceptable que los proyectos deben ofrecer para ser tomados en cuenta en el proceso de decisión con respecto a la inversión. Esta tasa debe considerar los siguientes aspectos básicos para su constitución: Inflación esperada durante el ciclo de vida útil del proyecto, tasa de interés de una inversión libre de riesgo, tasa de interés a la que una empresa puede invertir sus fondos, con un menor riesgo que el de la inversión del proyecto planteado y la tasa de interés a la que se obtienen los fondos o el costo de capital.
- ***El valor actual neto (VAN):*** Representa el ingreso neto que obtendrá la empresa a valores actualizados.
- ***La tasa interna de retorno (TIR):*** Es la tasa de interés porcentual que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión en forma tal que al final de la vida útil del proyecto, el saldo no recuperado sea igual a cero. Es la máxima tasa de interés que se le puede pagar al inversionista o que gana el capital invertido.
- ***La relación beneficio/costo -R-B/C:*** Es aquella que relaciona la sumatoria de todos los costos actualizados del proyecto (inversión y operación) con la sumatoria de todos los beneficios actualizados que genera el proyecto durante su vida útil.

Cuando se realiza la evaluación financiera de un proyecto, se deben considerar algunos factores que influyen en la estructura del flujo financiero del proyecto tales como: costo de oportunidad del capital, fuentes de financiamiento, rentabilidad del proyecto, costos y naturaleza de inversión, costos de operación, ingresos del proyecto, vida útil del proyecto y valores residuales. (Rosales, 2017).

5.3.2. Cosecha de agua en función de producción

La cosecha de agua es la técnica de captación de agua de lluvia, la cual consiste en la recolección de la escorrentía superficial para propósitos productivos (FAO, 2000). Las técnicas para materializar un sistema de captura de agua de lluvia (SCALL) se clasifican en Microcaptaciones y Sistemas de captación externa según el terreno y la infraestructura requerida. En los sistemas de cosecha de agua se consideran tres componentes importantes: el área de captura, el área de almacenaje o reservorio y el objetivo de uso del agua (FAO, 2000; 2013).

Microcaptación: Describe las técnicas de captación de agua de lluvia, para las cuales se utilizan varias expresiones como “microcaptación”, “captación de agua de rampas pequeñas”, “captación dentro del sistema de captación” o “captación de microcuencas”. Los sistemas de captación dedican una parte del terreno a la escorrentía del agua (área de escorrentía) y otra parte del terreno para almacenar el agua que previamente escurrió (área de almacenaje) (Rodríguez, Morris y Morales, 2010).

La gran ventaja de las técnicas de microcaptación es que es posible combinarlas con las técnicas de conservación del agua y las de control de erosión, demás que son relativamente sencillas y de alta efectividad (Rodríguez, Morris y Morales, 2010).

Sistemas de Captación Externa: Describe las técnicas de captación de agua de lluvias generalmente referidas como “Captación Externa”, “Captación de Agua de Rampas Largas” o “Mayores Longitudes en el Área de Captación” o “Captación de Microcuencas”.

Según Rodríguez, Morris y Morales (2010) las características principales de los sistemas de Captación Externa son:

- Captación de aguas de escorrentía superficial, laminar y de arroyos.
- Escorrentía superficial almacenada en el perfil del suelo.
- Área de captación, generalmente de 30 a 200 metros de largo.

- Requerimiento de suficiente superficie para ubicar las áreas de captación, almacenamiento y siembra.
- Relación área de captación/área de plantas usualmente de 2:1 a 10:1.
- Vía preparada para vertedero del exceso de agua.
- Crecimiento irregular de las plantas a menos que se nivele el terreno.

5.3.3. *Características agronómicas del cultivo*

El culantro castilla cultivo aromático y oleaginoso, cuyo origen se ubica en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Es una planta herbácea de la familia de las apiáceas, de uso común en la zona mediterránea, latinoamericana y el sudeste asiático (Chicangana, 2014).

Es una hierba anual que tiene tallos lisos, erectos, delgados, estriados y brillantes con un fuerte olor. Se adapta bien a una gran diversidad de ambientes, pues se puede cultivar en lugares húmedos y calientes, así como en lugares fríos, la planta se desarrolla bien entre los 1 000 msnm y los 1 300 msnm. Los rangos de temperatura son muy amplios, pues pueden variar desde 13°C hasta 30°C. entre otras características se menciona su intolerancia a los suelos enfangados, al respecto, los suelos aptos para este cultivo son franco-arenosos, limosos con buen contenido de materia orgánica, buena fertilidad natural y buen drenaje natural. El pH puede oscilar entre 5,5 y 6,5 (Rodríguez, 2004).

6. Diseño Metodológico

La metodología que se utilizó está basada en la guía que describe el libro de la Metodología de la Investigación (Lerma, 2003) en combinación con la guía de evaluación para preparación de proyectos (Sapag y Sapag, 2008), la cual está definió en 3 herramientas:

- Análisis técnico
- Análisis ambiental
- Análisis financiero

Con base en los objetivos específicos planteados, a continuación, se describe la metodología utilizada en esta investigación:

1. Analizar el comportamiento de mercado del culantro castilla a nivel nacional:

Con base a la información de mercado que proporcionó el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) se verificó la variación de precios y volumen de toneladas métricas transadas anualmente en un segmento de tiempo entre el año 2015 al 2019, con el cual se pudo ver mensualmente como iba variando el precio de culantro castilla según la oferta de este producto en el momento. Con los datos del PIMA para ese segmento de tiempo se montó un gráfico que muestra la variación de la cantidad de toneladas en los meses de cada año en el que se observa una tendencia de disminución en el volumen transado en el mercado mayorista más representativo a nivel nacional (CENADA) en dos ventanas durante el año las cuales corresponden a los meses de mayo a julio y luego de agosto a octubre. Esta situación está directamente relacionada con el fenómeno de las primeras lluvias de la época de transición de la estación seca a la lluviosa y luego con la fase más fuerte de la época lluviosa. Asociado a la variación de precios, el fenómeno de caída del volumen transado en esos meses genera un aumento de precios en el producto debido a que ocasiona un aumento en la demanda del mercado de forma transitoria, en gran medida esta merma de producto disponible es generada por condiciones lluviosas las cuales derivan en una mayor incidencia de daño en las cosechas

durante esta época, en particular por una posible ausencia de condiciones protegidas para el cultivo.

2. Realizar un estudio técnico del método de cosecha de agua integrado a la operación del sistema productivo bajo ambiente controlado de la parcela aplicado a la cosecha de agua:

Con base en las características y necesidades de la finca tales como pendiente del terreno, características del suelo, así como el comportamiento de la distribución estacional de lluvias de la zona geográfica donde se ubica, se establecieron los requerimientos del sistema que permitirá satisfacer la demanda de agua.

Se describió el tipo de infraestructura a construir o adaptar para el método de cosecha de agua y el sistema de riego a instalar.

Mediante la cotización de insumos en locales comerciales de agro servicios y la guía del AVIO de Culantro Castilla, se actualizó el paquete tecnológico de siembra para la parcela, así como cotización de ferretería para determinar el costo de cada macro túnel, además se tuvo una evaluación preliminar por parte de una de las empresas suplidoras de sistemas de riego para el costo respectivo del equipo. Para la caracterización del suelo en la finca en estudio, se utilizó la herramienta tecnológica diseñada por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) denominada “suelos de Costa Rica”. Por otro lado, se hizo un trabajo de campo en la parcela con un profesional que elaboró un estudio hidrológico para calcular el caudal de agua pluvial y el diseño del sistema de cosecha de agua. Finalmente, se tuvo el apoyo bibliográfico en esta materia y la consulta a expertos en riego de la Estación Experimental Fabio Baudrit.

3. Describir cómo está constituido el marco legal que regula el recurso hídrico en la producción agrícola:

Se mostró cómo opera la legislación en torno al recurso hídrico a partir de la creación de la ley de aguas No 276 (La Gaceta No. 190, 1942). Además, se hizo una breve explicación de la ruta de tramitología para la opción de aprovechamiento de fuentes de agua para su uso en la producción agrícola.

4. Analizar los efectos sobre el ambiente que se derivan al utilizar la técnica de cosecha de agua para riego agrícola:

Se hizo un diagnóstico ambiental que identificó los indicadores cualitativos y cuantitativos de los impactos positivos y negativos de implementar el sistema de captación de agua llovida. Por otro lado, en dicho diagnóstico se establecieron los costos de implementación de medidas de mitigación para minimizar los focos de afectación derivados del proceso de instalación del sistema de cosecha de agua.

5. Realizar un estudio financiero para analizar la rentabilidad que genera la producción de culantro según el sistema de cosecha de agua a implementar en la parcela productiva:

Con la información generada en el estudio técnico se hizo la comparación de dos escenarios, uno con la situación de producción de culantro bajo condiciones normales (escenario sin cosecha de agua) y otro con la incorporación de la cosecha de agua (situación con proyecto). La comparación de los dos escenarios permitió evaluar la rentabilidad financiera a través de flujos de caja proyectados, los cuales reflejaron los ingresos y gastos a lo largo del horizonte de evaluación, con y sin proyecto, además de que se procedió a realizar el respectivo análisis de sensibilidad de con base al indicador financiero del Valor Actual Neto (VAN), tomando como variables la variación de precio de venta, volumen de producción y costo operativo. El horizonte de evaluación del proyecto se hizo a 10 años.

En el análisis financiero, fue necesario revisar los datos de colocación de la producción del culantro castilla en el mercado nacional, ya que es el producto que está asociado a la rentabilidad productiva de la parcela y del cual dependerá el financiamiento de la aplicación de esta tecnología.

Es importante destacar que este trabajo obedece a un análisis de un caso particular, en el cual se evalúa solo una parcela y que los resultados derivados del estudio podrían no ser representativa para el comportamiento de otras unidades productivas.

Sumado a la metodología citada, los estudios se desarrollaron siguiendo lo descrito por el libro Preparación y Evaluación de Proyectos (Sapag y Sapag, 2008) y el libro La Formulación y la Evaluación de Proyectos con énfasis en el sector agrícola (Rosales, 2017).

El tipo de investigación realizada fue cuantitativa en gran parte, según Lerma (2003) entre las características importantes de este tipo de investigación están:

- Parte de un problema bien definido por el investigador.
- Parte de objetivos claramente definidos por el investigador.
- Utiliza instrumentos para recolección de información y medición de variables muy estructuradas.

Además, dicha investigación también requirió desarrollar una investigación evaluativa para el análisis financiero y descriptiva en el diagnóstico del marco legal del recurso hídrico en Costa Rica.

6.1. Operacionalización de las Variables

Objetivo	Variable de Estudio	Indicador	Fuente
Analizar el comportamiento de mercado del culantro castilla a nivel nacional.	Demanda	Canales de comercialización	<ul style="list-style-type: none"> - PIMA - Oficinas de extensión agrícola MAG. - PROCOMER
		Opciones de consumo	
	Oferta	Presentación del producto	
		Cantidad ofrecida	
Describir cómo está constituido el marco legal que regula el recurso hídrico en la producción agrícola.	Requisitos legales	Fuentes superficiales	<ul style="list-style-type: none"> - Legislación Ley de Aguas 276 - Ley Forestal 7575 - Reglamento Dirección de Aguas.
		Fuentes subterráneas	
Realizar un estudio técnico del método de cosecha de agua integrado a la operación del sistema productivo bajo ambiente controlado de la parcela.	Pendiente del terreno	Nivel de inclinación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Plano catastro y cartografía. - Análisis de la estructura del suelo
	Calidad del suelo	Capacidad de infiltración y densidad aparente	

Objetivo	Variable de Estudio	Indicador	Fuente
		Profundidad Capacidad de retención de agua	mediante laboratorio. - Paquete tecnológico de cultivo. - Instituto Meteorológico Nacional. - AVIOS hortalizas (Tencio, 2015) - Consulta y cotización en establecimiento de agro insumos. - Entrevistas a productores. - Reglamento Ministerio de Trabajo.
	Requerimiento de agua del cultivo	Consumo hídrico	
	Distribución estacional de lluvias en la zona	Precipitación mensual	
	Insumos	Costo y cantidad de semilla Costo y cantidad de fertilizante.	

Objetivo	Variable de Estudio	Indicador	Fuente
		Costo y cantidad de agroquímicos	<ul style="list-style-type: none"> - Cotización de ferretería. - Consulta y cotización en empresas especialistas en sistemas de riego. - Consulta y cotizaciones con vendedores de materiales para invernaderos.
	Mano de obra	Costo horas hombre	
	Equipos	Costo Disponibilidad	
	Infraestructura para captación de lluvia	Costo	
	Infraestructura de macro túneles del cultivo (ambiente protegido)	Costo	
Analizar los efectos sobre el ambiente que se derivan al utilizar la técnica de cosecha de agua para riego agrícola.	Dimensión ecológica	<ul style="list-style-type: none"> - consumo de agua - Consumo de energía - Generación de desechos - Fuentes de erosivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados del estudio técnico. - Literatura.

Objetivo	Variable de Estudio	Indicador	Fuente
	Dimensión socioeconómica	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en ingresos - Uso eficiente del terreno 	
Realizar un estudio financiero para analizar la rentabilidad de la incorporación de la cosecha de agua.	Inversión	Inversiones requeridas: <ul style="list-style-type: none"> - Activo nominal - Activo fijo - Activo Circulante 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados del estudio Técnico. - Actualización de paquete tecnológico del cultivo. - Consulta a entidades financieras. - Elaboración propia del escenario financiero del proyecto.
	Financiamiento	Condiciones de crédito	
	Costo / Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> - Costos del proyecto - Ingresos del proyecto 	
	Rentabilidad con y sin proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - TIR - VAN 	

7. Comportamiento del mercado de culantro castilla a nivel nacional

7.1. Presentación del producto

El culantro castilla (*Coriandrum sativum*) es una planta aromática que es utilizada como especia, cuyos follaje y semillas tienen una alta demanda y consumo mundial (Mejía, Marín, Menjívar, 2014).

En Costa Rica su comercialización es como producto fresco cuya presentación al consumidor es en rollos atados con liga de hule y no tienen ningún tipo de embalaje.

En CENADA el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) utiliza como parámetro de medida para la comercialización mayorista el rollo grande de culantro, éste está compuesto por 10 rollitos sujetos con liga de hule cuyo peso es aproximadamente 45g cada uno, es decir, el rollo completo es de aproximadamente 450g de peso y va amarrado con un mecate, (PIMA, 2020).

Cabe destacar que en otros puntos de comercialización como en supermercados, abastecedores o ferias del agricultor, el tamaño del rollo de culantro puede variar en peso y este factor influye en el precio pagado al productor, sin embargo, el punto de referencia para fijar el precio en cualquier canal de comercialización es el que determine el CENADA.

7.2. Plaza de colocación del producto

El objetivo de la comercialización es realizar la transferencia del producto al consumidor. Para efectos del proyecto, solo interesa el tramo de la trayectoria en el que el producto sale de la planta o lugar de producción y llega a manos del siguiente eslabón de la agro cadena, el cual no necesariamente es el consumidor final, aunque puede serlo, (Rosales, 2017).

Según IICA (2018), los mercados pueden clasificarse según criterios tales como, el volumen comercializado, cantidad de vendedores, características de compradores, entre otros.

Dentro de esta clasificación se destacan los siguientes:

- Mercados mayoristas
- Mercados minoristas
- Cadenas de supermercados
- Mercados institucionales e industriales

Los mercados mayoristas, tienen como función central el acopio y la distribución al por mayor de alimentos y cuentan con la infraestructura que permite concentrar grandes volúmenes de productos en condiciones sanitarias y de inocuidad adecuadas. En este caso el producto llega al mercado mayorista generalmente a través de un intermediario y a su vez se revenden a consumidores intermedios (hoteles, restaurantes, pulperías, minisúper, etc.) y algunas veces a consumidores finales. En Costa Rica la mayor plaza mayorista es el CENADA.

Por otro lado, los mercados minoristas tienen la ventaja de generar un contacto más cercano y personal con los consumidores el cual crea la oportunidad de generar la fidelidad del cliente mediante una buena reputación por parte del vendedor (productor). Este es el caso de las ferias del agricultor, por ejemplo.

Las cadenas de supermercados, en sí mismas son un caso particular de mercados minoristas, en los cuales, hay ventajas que pueden ser aprovechadas por pequeños productores, tales como negociación de precios con algún factor de diferenciación, cuotas estables de volumen a recibir y estabilidad de pago, sin embargo, también suelen tener aspectos que pueden ser complejos para el productor tales como:

- Exigencia en constancia de producto al año.
- Plazos de pago que varían de 8 a 15 días.
- Criterios rigurosos de calidad de los productos.

Finalmente, los mercados institucionales e industriales constituyen una ventana de colocación de producto a instituciones de orden estatal tales como: hospitales, escuelas, cárceles, programas sociales, etc. Este es un mercado que por su naturaleza genera una demanda importante a nivel nacional, con el cual representa un potencial para las organizaciones de productores. Según IICA (2018), el proceso para hacerse proveedor del Estado puede no ser tan sencillo, en muchos países se promueve especialmente la participación de organizaciones de la agricultura familiar.

En el caso específico de la parcela en estudio el canal meta de comercialización es colocar la producción en una cadena de supermercados.

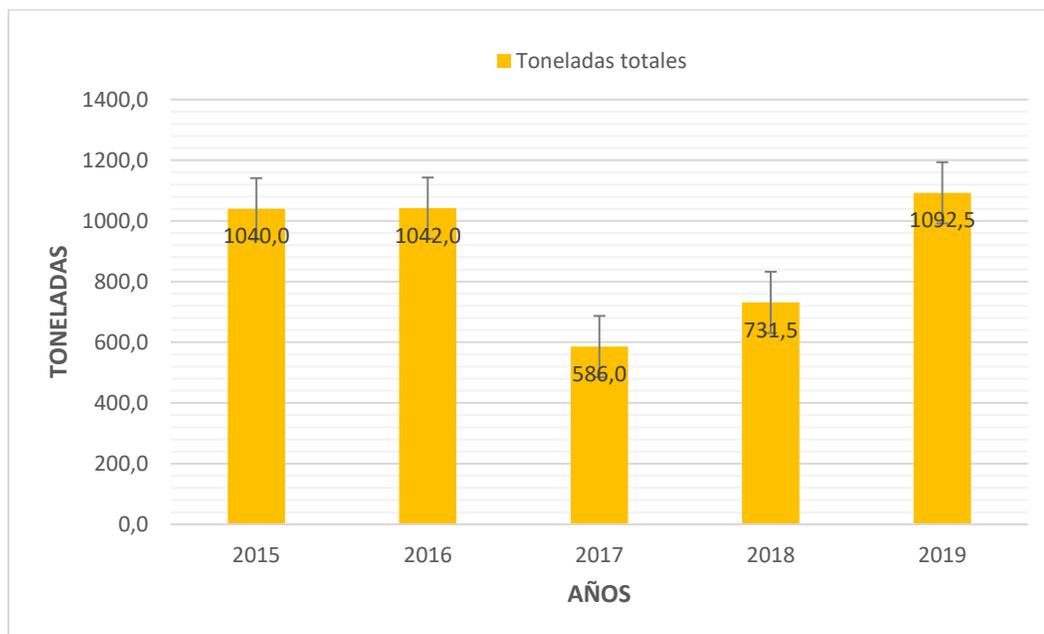
7.3. Oferta nacional

La oferta o competencia según Rosales (2017) se define como la cantidad de bienes y servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio de determinado.

Para analizar la oferta de culantro castilla se tomó una línea de tiempo comprendida entre el año 2015 y 2019 con el fin de ver el comportamiento de la producción nacional de esta hortaliza.

De acuerdo con los datos de referencia obtenidos de las Agencias de Extensión Agropecuaria (AEA) del MAG de las regiones de Desarrollo Chorotega, Central Occidental, Zarcero y San Ramón, la producción total en toneladas en los últimos cinco años se desglosa como se muestra en el gráfico 1:

Gráfico 1. Volumen anual de culantro castilla comercializado a nivel nacional, 2015-2019



Fuente: Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria del MAG, (2020)

La cantidad producida en los años 2015 y 2016 se mantiene prácticamente invariable con respecto a las toneladas métricas reportadas, sin embargo, en el 2017, la producción cae en casi un 50%. Este es un dato significativo para evaluar el comportamiento de precio para ese año en particular. Posteriormente en el año 2018 la producción recupera un poco la cantidad de toneladas producidas y para el 2019 alcanza otra vez más de 1000 toneladas de producción.

Dentro del análisis de la oferta de culantro, es muy importante ver la participación de la plaza mayorista de CENADA en la cadena de comercialización del producto, ya que es el principal mercado de colocación del producto fresco y además se utiliza como referencia para la fijación de precios.

Cuadro 1. Volumen de culantro castilla comercializado en CENADA con respecto a producción nacional total, 2015-2019

Año	Toneladas totales producidas a nivel Nacional	Toneladas transadas en CENADA	% CENADA del total
2015	1040,00	396,72	38%
2016	1042,00	404,68	39%
2017	586,00	456,22	78%
2018	731,50	459,16	63%
2019	1092,50	595,17	54%

Fuente: (SEPSA, 2020)

Tal como se muestra en el cuadro 1 la participación de CENADA como mercado de colocación de culantro castilla es significativo. Partiendo del 2015 se da una tendencia de aumento en la cantidad de producto comercializado, siendo el año 2017 el que mayor tuvo participación en transar la venta mayorista de culantro con un 78% de la producción total estimada. En los años 2018 y 2019, a pesar de bajar el porcentaje transado, la participación está por encima del 50% de la producción total. El resto de producción de culantro que no se comercializa en el CENADA es colocado en cadenas grandes de supermercados, tiendas de conveniencia, ferias del agricultor, algunos tramos de mercados municipales y ventas callejeras.

A partir de la información generada por el Sistema de Información de Mercados Mayoristas (SIMM) y el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) se elaboró el siguiente cuadro 2 en donde se muestra la distribución de toneladas comercializadas entre el año 2015 y 2019 según cantón de procedencia.

Cuadro 2. Volumen de culantro castilla comercializados en CENADA según cantón de procedencia, 2015-2019

Cantón/TM	2015	2016	2017	2018	2019
Alajuela	32,16	29,36	35,14	38,60	71,77
Central					
Alvarado		0,20			
Cartago	72,48	69,34	94,08	121,07	232,01
Central					
Desamparados			0,20		
Escazú	46,58	48,70	52,70	41,84	102,14
Oreamuno	135,28	143,88	154,12	139,48	53,09
Santa Ana					0,02
Zarcero	110,22	113,20	119,98	118,17	136,14
Total	396,72	404,68	456,22	459,16	595,17

Fuente: (SEPSA, 2020)

Entre los cantones que más destacan en la colocación de culantro castilla en la plaza de mayoreo de CENADA se encuentra el cantón de Oreamuno, seguido Zarcero y luego Cartago Central. Hay otros cantones que ocasionalmente han estado contabilizados dentro de la estadística de comercialización como es el caso de los cantones de Alvarado, Desamparados y Santa Ana, sin embargo, el volumen reportado no es relevante.

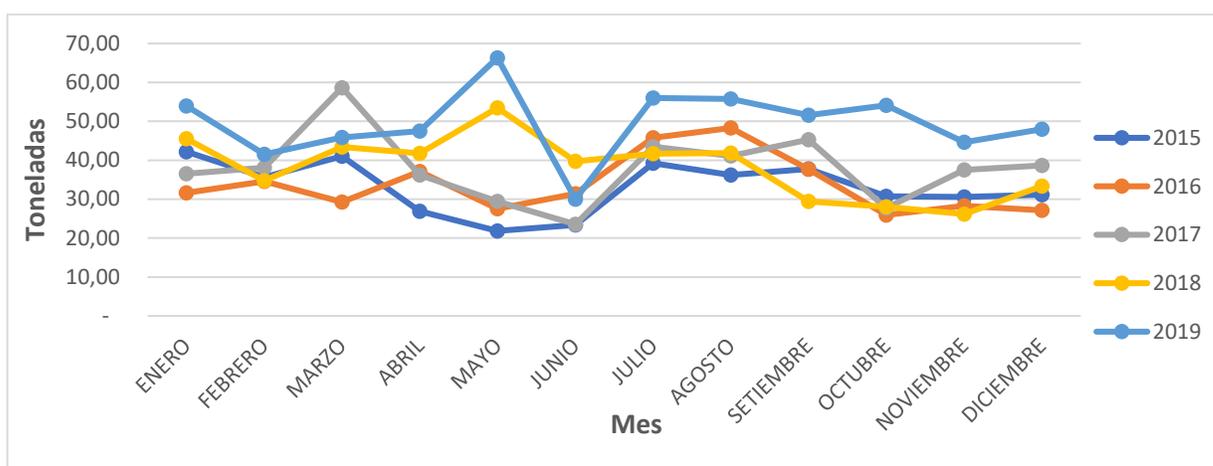
7.4. Demanda del producto en el mercado nacional

Según Rosales (2017), la demanda se entiende como la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.

La demanda del culantro castilla, está determinada con base en la oferta, en el cual, según el análisis del comportamiento de la producción durante el año, hay 1 o 2 ventanas al año donde la oferta de producto disminuye y esto ocasiona que aumente la demanda generando el incremento de los precios de comercialización, ver gráfico 2.

Esta situación puede estar dada en gran medida por dos momentos asociados al clima que generan una merma en la producción de las fincas: el primero es la etapa de transición de estación seca a lluviosa entre los meses de mayo y junio y el segundo caso es la etapa con mayor precipitaciones de la estación lluviosa entre los meses de septiembre y octubre, en donde las condiciones de alta humedad propician que los problemas de enfermedades en el cultivo se incrementen, así como el efecto de algunas plagas asociadas a la estación lluviosa.

Gráfico 2. Comportamiento de la oferta según toneladas transadas en CENADA por mes de culantro castilla entre los años 2015-2019

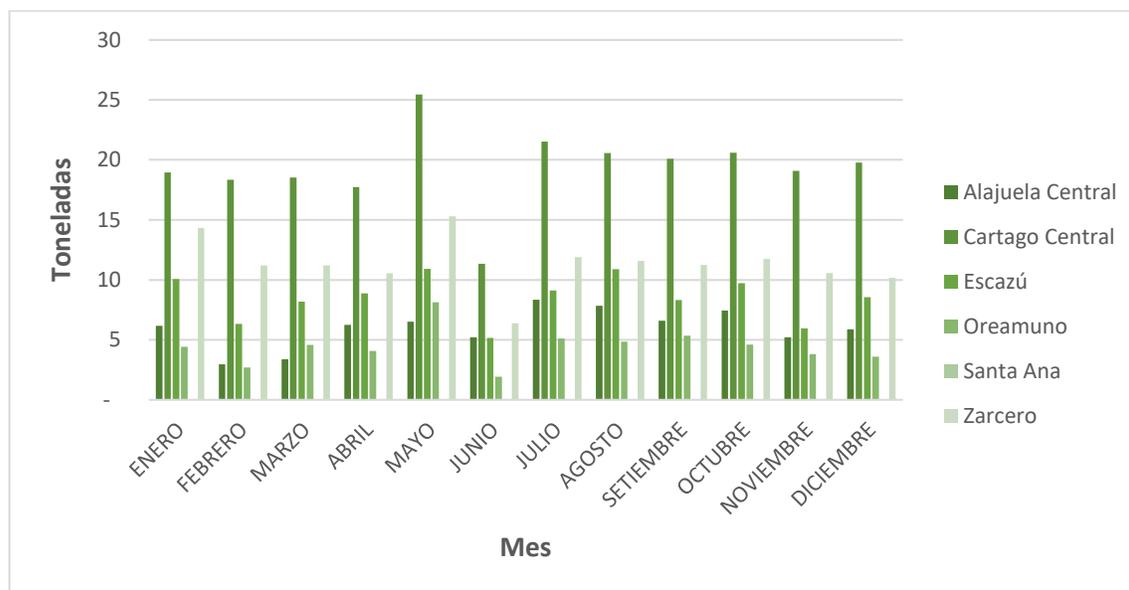


Fuente: Elaboración propia con base a datos PIMA, (2020)

Considerando los datos de la gráfica 2, se observa una tendencia en la baja de la oferta de culantro castilla entre los meses de mayo y junio y luego se repite entre los meses de octubre y noviembre.

El punto máximo de precio alcanzado por el culantro en junio del año 2019 es ocasionado por una baja general significativa en la oferta de toneladas de culantro de todos los cantones productores en aproximadamente un 40% con respecto al promedio mensual colocado en CENADA, tal como se puede apreciar en el gráfico 3 en donde se refleja la variación de toneladas métricas por mes totales en el año 2019.

Gráfico 3. Volumen de culantro castilla comercializado en CENADA según cantón, 2019



Fuente: Elaboración propia con base a datos del PIMA, (2020)

7.5. Opciones de consumo

La producción local nacional de culantro castilla es utilizada casi en su totalidad para el consumo fresco del material foliar (hojas y tallos), sin embargo, también hay otras opciones de uso tales como el fruto seco (semillas para condimentar) y su uso alternativo como conservante en la industria cárnica por sus propiedades antioxidantes presentes en los aceites esenciales. Según Vargas (2015), el culantro castilla ha demostrado que la aplicación del aceite esencial de dicha planta en carne molida almacenada permite inhibir cambios sensoriales indeseables y el crecimiento de bacterias, así como una superior aceptabilidad sensorial bajo temperatura de almacenamiento y una extensión de la vida útil de tres días.

Estas otras opciones de uso y consumo del culantro castilla busca el aprovechamiento de sus subproductos (frutos y aceites esenciales), los cuales corresponden a un proceso de industrialización que aún no se da en Costa Rica para esta hortaliza, por lo que su disponibilidad queda sujeta a su importación.

7.6. Precio de comercialización

El precio de venta del producto fresco en el mercado minorista (al consumidor final) está condicionado a la oferta y demanda del producto durante el año. En el cuadro 3 se muestran los precios que se manejan en algunas cadenas de supermercados y abastecedores en el país.

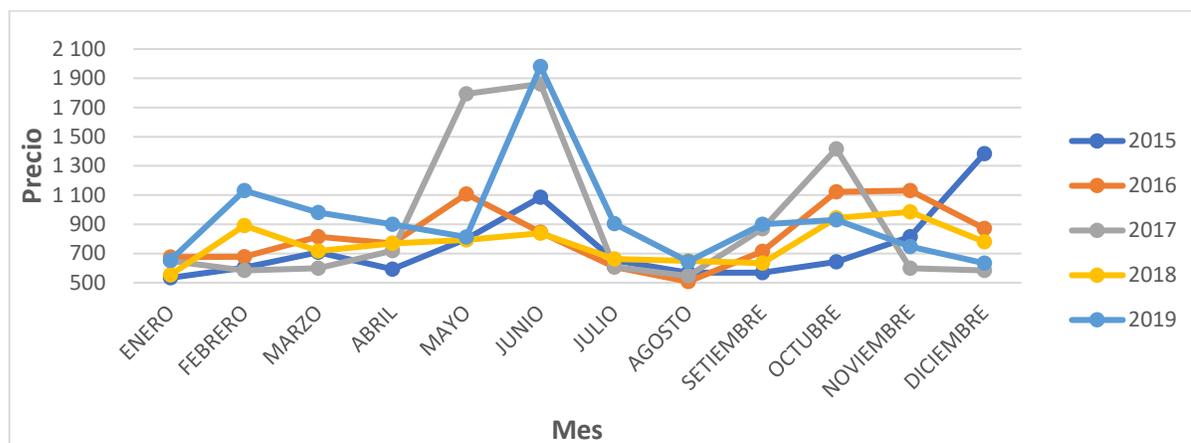
**Cuadro 3. Precios y peso de rollos de culantro comercializados
en mercados minoristas, octubre 2020**

Punto de venta	Formato	Precio	Peso/unidad
Walmart	Supermercado	₡330	70g
Mas X Menos	Supermercado	₡340	70g
AMPM	Tienda de conveniencia	₡390	80g
Fresh Market	Tienda de conveniencia	₡390	80g
Super Market (Zou Wen Tao)	Abastecedor	₡200	70g
VINDI	Tienda de conveniencia	₡250	75g
Maxi Palí	Supermercado	₡330	70g
Perimercado	Supermercado	₡350	100g
Mega súper	Supermercado	₡550	150g
PALÍ	Supermercado	₡330	70g
Automercado	Supermercado	₡250	75g

Fuente: Elaboración propia

Los precios indicados en el cuadro 3, corresponden a un momento específico entre la segunda y tercera semana del mes de octubre. El comportamiento de los precios está en función de la oferta y demanda, por tanto, los valores fijados al consumidor están en constante variación semana a semana y cuya base de referencia son los precios transados en los mercados mayoristas (PIMA-CENADA).

Gráfico 4. Análisis de la variación de precios de comercialización (colones/rollo³) de culantro castilla por mes en CENADA entre los años 2015-2019



Fuente: Elaboración propia con base a datos PIMA, (2020)

Cuadro 4. Valor estacional específico de precios de culantro 2015-2019

	I trimestre	II trimestre	III trimestre	IV trimestre
2015			0,79	1,21
2016	0,91	1,12	0,64	0,89
2017	1,47	1,19	0,63	1,02
2018	0,93	1,09	0,81	1,03
2019	0,97	1,29		
Media	1,07	1,17	0,71	1,04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Índices estacionales de precios por trimestre en el período de años 2015-2019

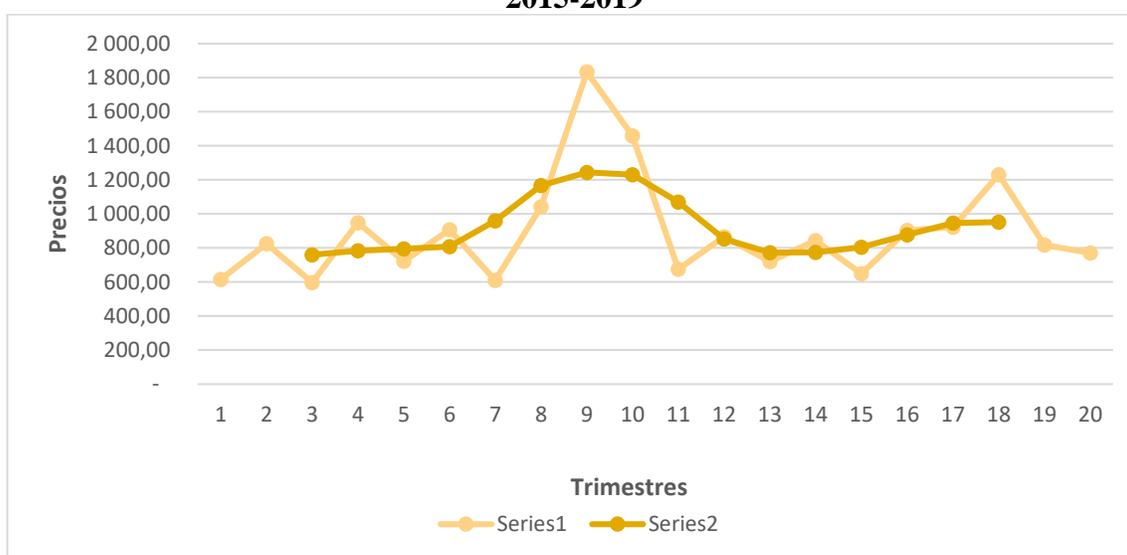
	Índices estacionales ajustados	
I trimestre	1,073064689	7,31%
II trimestre	1,173989973	17,40%
III trimestre	0,715557412	-28,44%
IV trimestre	1,037387926	3,74%

Fuente: Elaboración propia

³ El Rollo estándar usado en CENADA se denomina como “tamuga” y es el equivalente a 10 rollitos normales de aproximadamente 45 gramos de peso.

En la gráfica 4, se aprecia una tendencia marcada de dos ventanas de aumento de precios que ocurre entre mayo-junio y octubre-noviembre en el mercado mayorista de referencia. Con respecto a los cuadros 4 y 5, se muestran los índices estacionales de precios, en el primero se calcularon los índices específicos de cada trimestre durante los 5 años de análisis del comportamiento de éstos según CENADA y en el segundo se hizo el cálculo del índice de precio promedio en los 4 trimestres que reflejan la tendencia durante el periodo 2015-2019. En la gráfica 5, se muestra el comportamiento de la tendencia de precios en dicho periodo, así como las fluctuaciones a lo largo de los trimestres.

Gráfico 5. Índice de estacional de precios de culantro castilla en el periodo de años 2015-2019



Fuente: Elaboración propia con base a datos PIMA, (2020)

Con base a los valores de índices de precios estacionales que se determinaron en el cuadro 5 y la tendencia de precios (serie 2) que muestra el gráfico 5, la interpretación del comportamiento del precio durante el año es el siguiente, en el primer trimestre los precios están en un poco más del 7% por encima del promedio normal de precios, en el segundo trimestre los precios están en más del 17% por encima del promedio, mientras que en el tercer trimestre los precios caen en un 28% por debajo del promedio y en el cuarto trimestre vuelven a subir en poco más del 3% por encima del promedio normal.

7.6.1. Establecimiento del precio de venta del culantro producido en la finca de estudio

Para calcular el precio de venta para la producción de culantro castilla en la finca de estudio, se estableció un precio promedio mensual, usando el promedio de los últimos cinco años para cada mes, con ello se pretende tener un rango de precio que sea congruente con el comportamiento del mercado y que refleje las fluctuaciones mes a mes a raíz del comportamiento de la oferta y demanda del producto durante el año.

En el cuadro 6, se muestra los precios promedios por mes entre el año 2015 y 2019 tranzados en CENADA a partir del cual se toma la referencia de precio para calcular el promedio mensual de los últimos 5 años:

Cuadro 6. Precios promedios mensuales (colones/450g) para el culantro castilla comercializado en CENADA, 2015-2019

Precios promedio de culantro castilla por mes en los últimos 5 años					
	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	¢533	¢675	¢650	¢554	¢653
Febrero	¢604	¢677	¢583	¢892	¢1 130
Marzo	¢708	¢815	¢600	¢717	¢981
Abril	¢592	¢769	¢718	¢769	¢900
Mayo	¢800	¢1 108	¢1 793	¢792	¢813
Junio	¢1 085	¢846	¢1 862	¢838	¢1 980
Julio	¢654	¢608	¢608	¢662	¢904
Agosto	¢569	¢507	¢546	¢650	¢645
Setiembre	¢569	¢714	¢869	¢633	¢900
Octubre	¢642	¢1 123	¢1 415	¢943	¢930
Noviembre	¢815	¢1 131	¢600	¢985	¢748
Diciembre	¢1 383	¢871	¢583	¢779	¢633

Fuente: Elaboración propia con base a base de datos de PIMA-CENADA, (2020)

En el cuadro 6 se observan los precios promedios de los rollos cuya unidad estándar utilizada por el PIMA son de 450g, para efectos de venta de culantro de la finca en Oreamuno de Cartago, el productor usará un rollo de 90g, el cual es un peso adecuado para comercialización en mercados municipales, abastecedores y en muchos casos a nivel de supermercados y tiendas de conveniencia.

En el cuadro 7 se muestra el ajuste equivalente de los precios de referencia de CENADA a una unidad de 90g por rollo:

Cuadro 7. Precios ajustados de culantro según referencia de CENADA para una unidad de 90 gramos por rollo en los últimos 5 años

	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	¢107	¢135	¢130	¢111	¢131
Febrero	¢121	¢135	¢117	¢178	¢226
Marzo	¢142	¢163	¢120	¢143	¢196
Abril	¢118	¢154	¢144	¢154	¢180
Mayo	¢160	¢222	¢359	¢158	¢163
Junio	¢217	¢169	¢372	¢168	¢396
Julio	¢131	¢122	¢122	¢132	¢181
Agosto	¢114	¢101	¢109	¢130	¢129
Setiembre	¢114	¢143	¢174	¢127	¢180
Octubre	¢128	¢225	¢283	¢189	¢186
Noviembre	¢163	¢226	¢120	¢197	¢150
Diciembre	¢277	¢174	¢117	¢156	¢127

Fuente: Elaboración propia con base a base de datos de PIMA-CENADA, (2020)

Con los precios ajustados a una unidad de rollo de 90 gramos, se procedió a calcular el precio promedio mensual de los últimos cinco que se usará como el precio proyectado de venta mensual para el culantro producido en la finca, tal como se muestra en el cuadro 8:

Cuadro 8. Precio de venta de culantro castilla por rollo de 90 gramos para finca de Oreamuno

Precio promedio / mes	
Enero	¢123
Febrero	¢155
Marzo	¢153
Abril	¢150
Mayo	¢212
Junio	¢264
Julio	¢137
Agosto	¢117
Setiembre	¢147
Octubre	¢202
Noviembre	¢171
Diciembre	¢170

Fuente: Elaboración propia basado en el PIMA (2020)

7.7. Comercialización del culantro producido en la finca de estudio

Actualmente la venta del culantro que se produce en la parcela bajo estudio se coloca en el Mercado Municipal de Cartago. Los precios varían de una semana a otra según el nivel de oferta o demanda. En mercados de intermediación como lo son los mercados municipales, el precio pagado al productor es referente a como se haya dado la plaza de intercambio en el CENADA por tanto definir un precio óptimo en este canal de comercialización es complejo porque no depende del valor agregado ni la calidad que pueda poseer el producto a ofrecer.

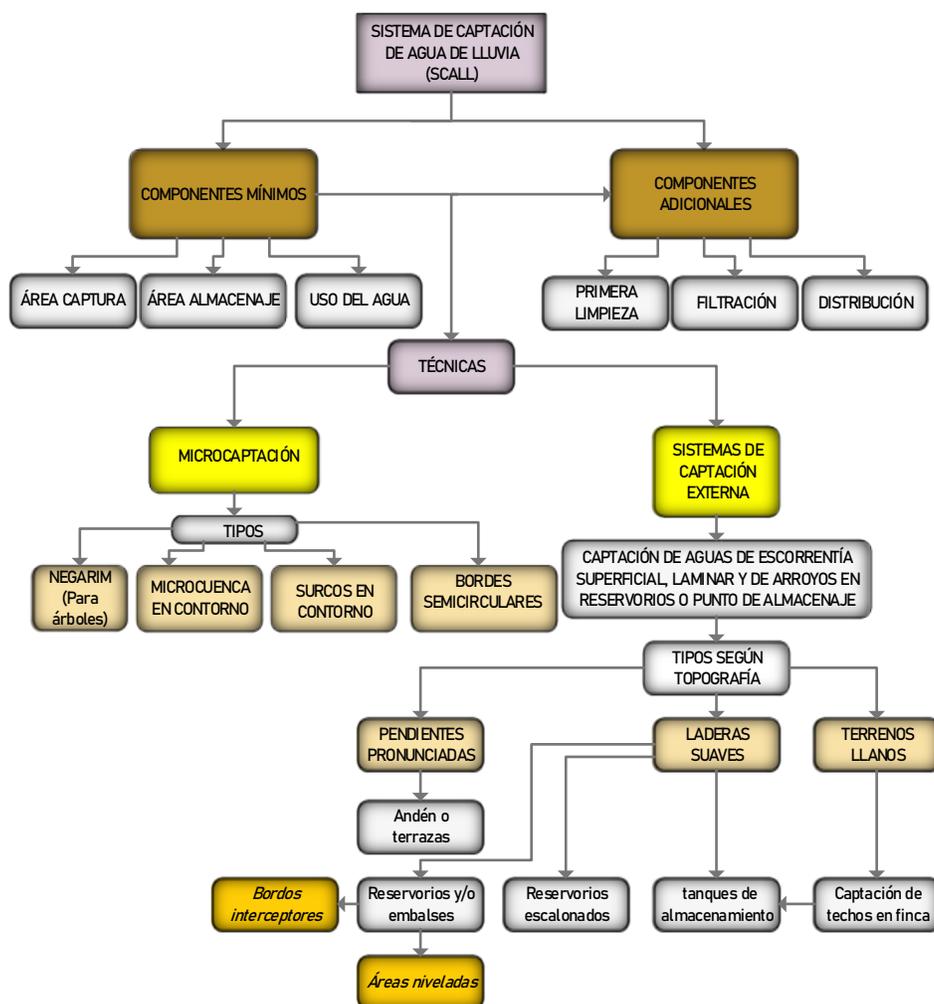
Por tanto, una de las claves para mejorar las condiciones de comercialización en la parcela en evaluación es lograr producción constante mediante la implementación de la tecnología para suplir agua para riego y lograr cubrir la superficie total disponible para cultivar y en segundo lugar abrir oportunidades de colocación en las cadenas de supermercados grandes en los cuales se podría obtener algún incentivo por diferenciación en la forma de producir.

8. Estudio técnico

8.1. Descripción de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia

El proceso de captación de agua de lluvia consiste en la recolección del flujo de escorrentía generado por las precipitaciones con el objetivo de aprovecharlo para uso productivo. Las técnicas para lograr la captación de este recurso están en función de variables tales como precipitación, topografía, características del suelo, recurso humano, equipos disponibles (maquinaria o animales) y materiales (plástico, geomembranas, obras de infraestructura). Los sistemas de cosecha de agua llovida comprenden de una serie de componentes y técnicas según la topografía del terreno, las cuales se muestran en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de los componentes y técnicas para establecer un Sistema de Cosecha de agua.



Fuente: Elaboración propia basado en Rodríguez et al (2010)

8.1.1. Componentes mínimos

Los sistemas de captación externa de agua de lluvia deben considerar que las condiciones físicas del terreno no son homogéneas, ya que puede haber variedad de pendientes, tipos de suelo, vegetación, etc. Por lo tanto, cada área de captación tiene su propia respuesta de escorrentía superficial y se comportará según los eventos de precipitación (Rodríguez et al, 2010).

Los sistemas de captación de agua de lluvia están definidos por tres componentes:

- Área de captura: Es el sitio donde se recolecta el agua para ser transportada hacia el reservorio.
- Área de Almacenaje: Es el punto donde se acumulará el agua superficial ya sea en un reservorio artificial (tanques, lagunas, etc.), perfil de suelo, acuíferos subterráneos.
- Uso de agua: define el objetivo de uso del agua almacenada ya sea para agricultura, uso doméstico o industrial).

8.1.2. Componentes adicionales

Existen otros componentes que se integran al sistema de captación de agua de lluvia según el tratamiento previo que se le quiera dar al agua cosechada en el sitio de reservorio o almacenamiento, estos son:

- Los sistemas de “primera limpieza”: este proceso busca evitar que los sólidos depositados en el área de captación lleguen al tanque de almacenamiento o reservorio.
- Sistemas de filtración: este sistema permite bloquear un tamaño de partícula deseada con el fin de poder entregar el agua en una mejor condición.
- Distribución: proceso que permite desplazar el agua hacia donde se requiera, puede ser por tuberías a presión y bombas o bien se conducido mediante un canal de riego.

La implementación de estos componentes de limpieza y filtrado del agua capturada ayudan a disminuir la necesidad de retirar sedimentos en el área de almacenamiento, aumenta la vida útil de los equipos de bombeo y se restringe la pérdida de calidad del agua por la descomposición de la materia orgánica presente en ella, (Aumento de la Oferta Hídrica, 2010).

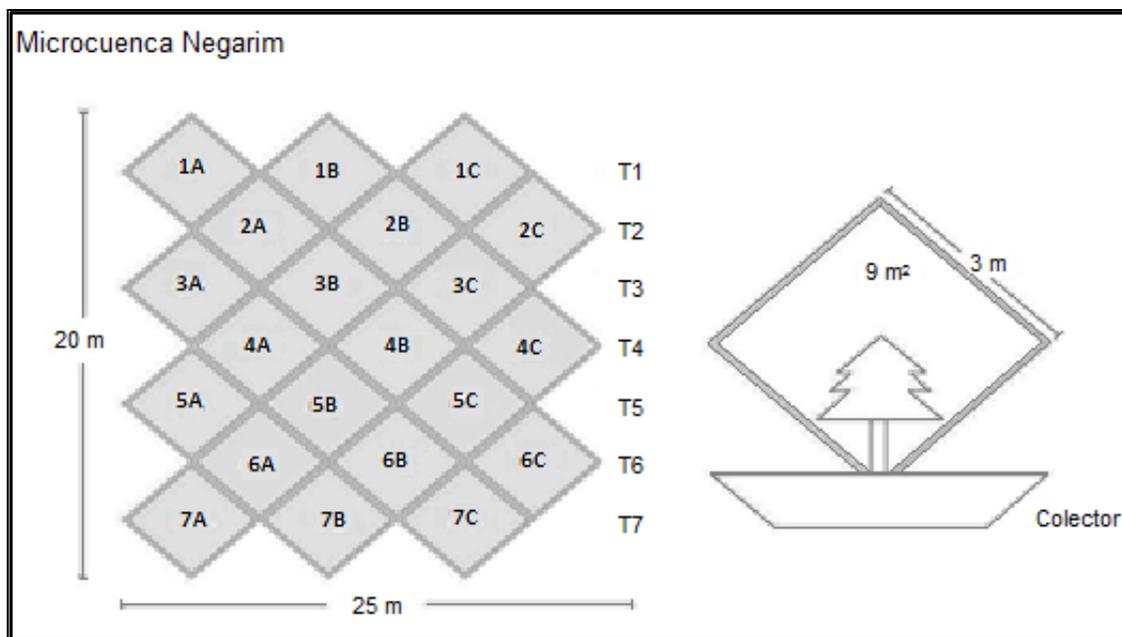
8.1.3. Técnicas de captación de agua de lluvias

8.1.3.1. Microcaptación

La Microcaptación de agua de lluvia consiste en aumentar la disponibilidad de agua para las plantas, es decir el área de almacenaje incluye el mismo suelo en el cual se desarrollan las raíces de los cultivos. De acuerdo con la literatura, la ubicación y selección del sitio en donde se realicen obras para un sistema de captación de agua de lluvia en Microcaptaciones deben contemplar que el suelo tenga cuando al menos 70 cm de profundidad, (Rodríguez et al, 2010). Los ejemplos más comunes de sistemas utilizados en Microcaptación de agua de lluvia están:

- Negarim, su uso es principalmente en plantaciones forestales (ver figura 4)

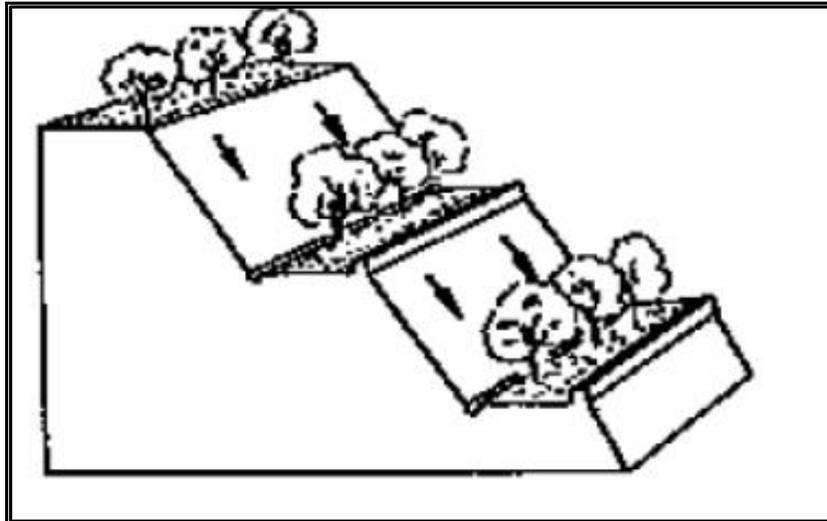
Figura 4. Ejemplo de microcuenca con técnica negarim



Fuente: Cifuentes, (2016)

- Microcuencas en contorno, se usa en plantaciones forestales, (ver figura 5)

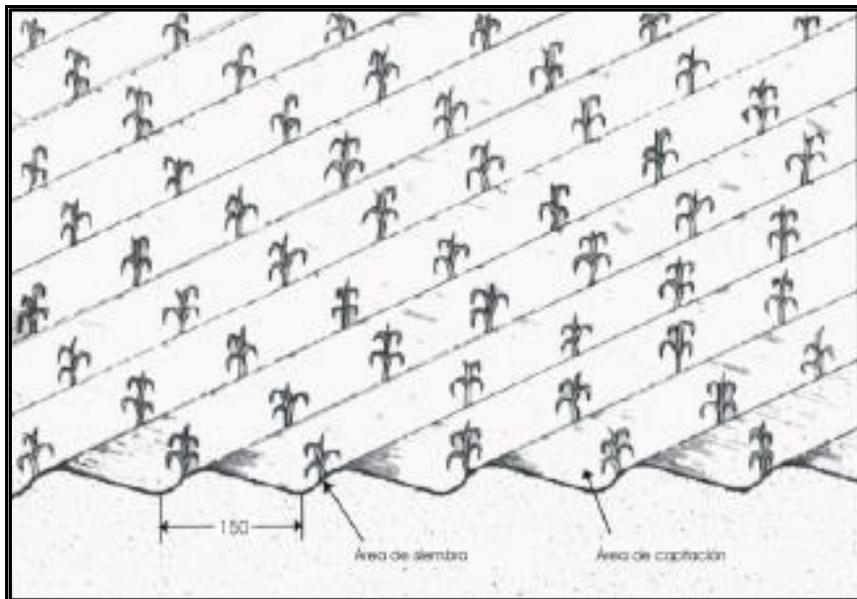
Figura 5. Ejemplo de microcuenca en contorno



Fuente: Rodríguez et al (2010)

- Surcos en contorno, se usa en plantaciones de granos básicos y forrajeros, (ver figura 6)

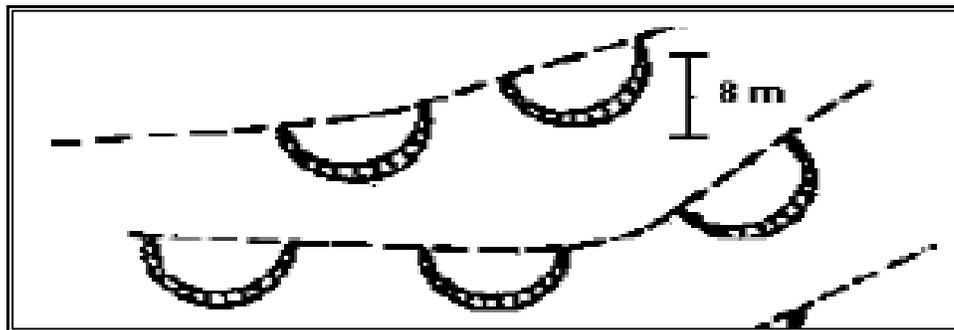
Figura 6. Ejemplo de Microcuenca en surcos



Fuente: Rodríguez et al, (2010)

- Bordes semicirculares, utilizado en pastos y follajes, (ver figura 7)

Figura 7. Ejemplo de Bordes semicirculares



Fuente: Rodríguez, et al, (2010)

8.1.3.2. Método de cosecha mediante el sistema de captación externa de agua llovida

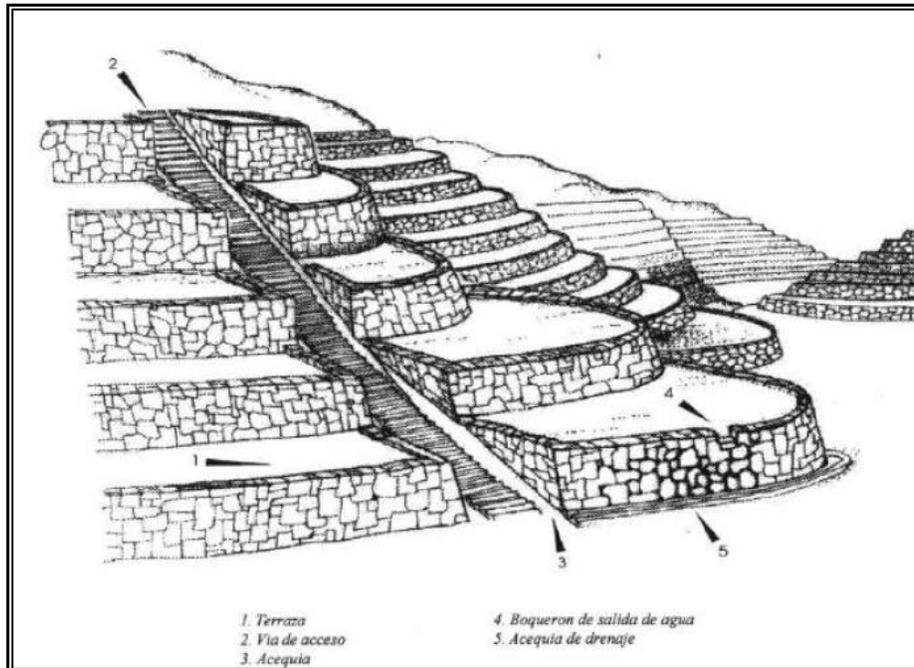
Es un conjunto de sistemas de captación de agua de lluvias que son utilizadas en todas sus variantes alrededor del mundo debido a que es la metodología que permite almacenar el agua en un reservorio o tanque (Rodríguez et al, 2010).

La finalidad de la técnica es captar y almacenar en reservorios superficiales o bien en embalses el excedente de agua de escorrentía laminar que se produce en la superficie del suelo después de cada evento lluvioso, para su utilización posterior. En el periodo sin lluvias como riego de salvación y en la época lluviosa como riego complementario.

Los tipos de almacenamiento de agua de lluvia en el sistema de cosecha externa se establecen según la pendiente del terreno o topografía:

- Pendiente pronunciada, en donde se utilizan técnicas de terraceo y andenes, (ver figura 8)
- Laderas suaves y terrenos llanos en cuya topografía, la captación externa se puede realizar mediante estructuras tales como: reservorios, embalses y tanques de almacenamiento (ver figuras 9, 10, 11 y 12)

Figura 8. Ejemplo de un conjunto de Andenes y terrazas



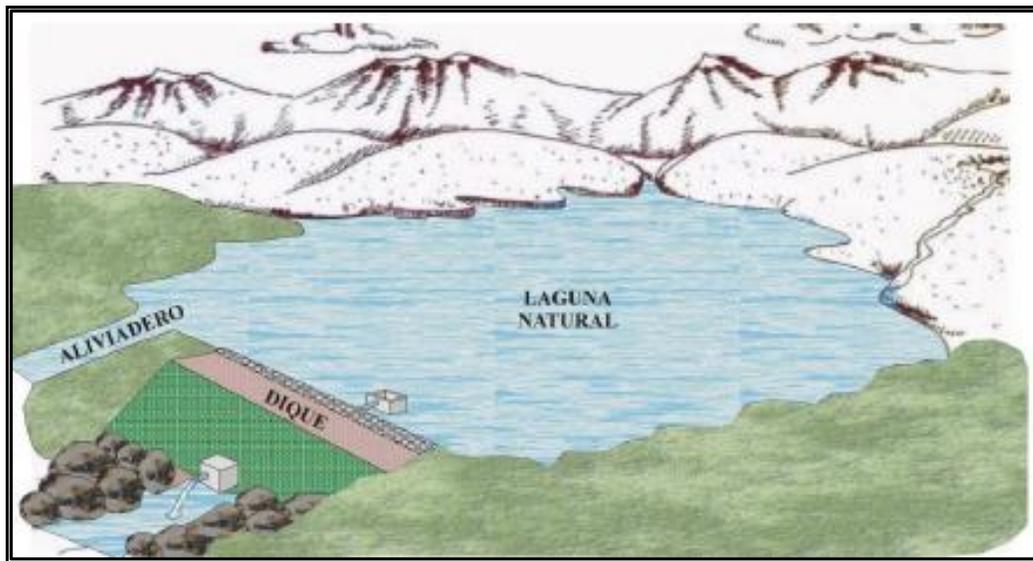
Fuente: FAO, (2000)

Figura 9. Ejemplo de un reservorio



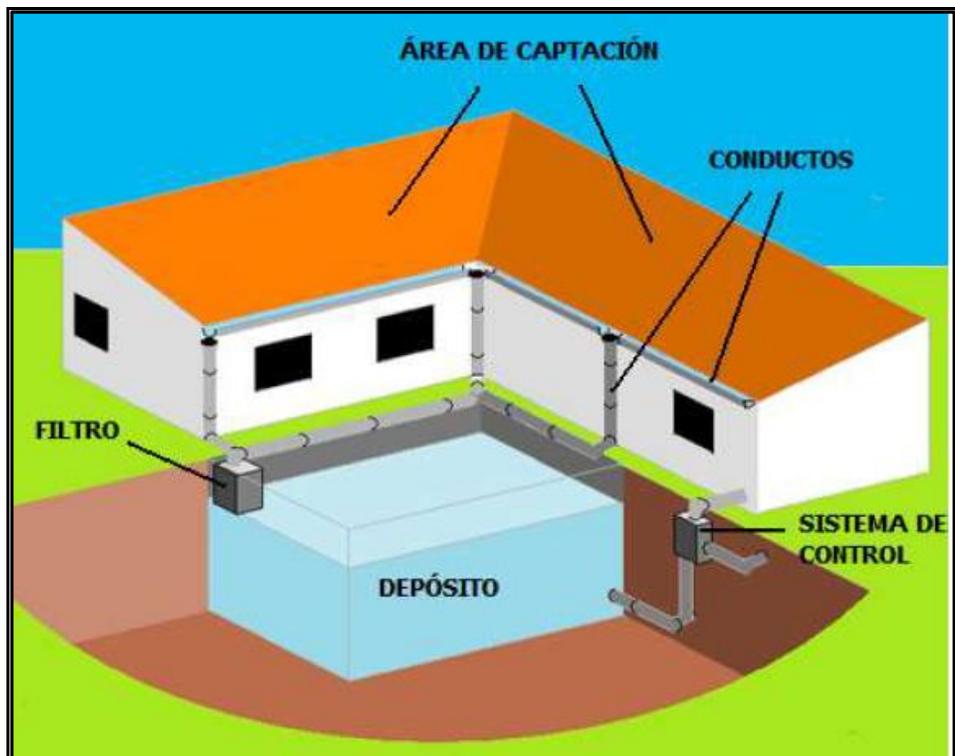
Fuente: Bongiovanni, et al, (2018)

Figura 10. Ejemplo de embalse



Fuente: Santa Cruz, (2008)

**Figura 11. Ejemplo de tanque de almacenamiento.
(Sistema subterráneo)**



Fuente: Sitio Solar, (2021)

**Figura 12. Ejemplo de tanque de almacenamiento
Sistema sobre suelo**



Fuente: Distribuidor Nacional, (2017)

8.2. Características físicas de la parcela donde se evalúa implementar un sistema de captación de cosecha de agua de lluvia

8.2.1. Pendiente del terreno

Este es un parámetro importante a la hora de considerar el diseño y la ubicación del método de captación. Cuando las pendientes son pronunciadas se utilizan técnicas que buscan hacer uso de los sitios empinados capturando el agua de manera perpendicular al flujo con el fin de redireccionar el líquido hacia otro sitio o sostener el agua en esa posición.

Cuando la pendiente es suave, hay mayor oportunidad de aplicar la mayoría de las técnicas de cosecha de agua tanto de Microcaptación como en captación externa, donde es posible un mayor almacenamiento del agua de lluvia por reservorios y tanques.

Finalmente, cuando las pendientes son prácticamente planas (llanura) la captación se puede lograr aprovechando la infraestructura de la finca como área de captación para conducir luego a un reservorio o tanque, a través del uso de los techos de invernaderos, corrales, vivienda y cualquier otra estructura techada que sirva como área de captura (Rodríguez et al, 2010).

En la parcela bajo estudio la pendiente se ubica en un rango entre el 1% al 8% donde se considera moderadamente ondulado.

De acuerdo con la clasificación de suelos del Instituto Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA) según la pendiente presente en la parcela, se ubica entre las clases II y III. En ambas clasificaciones según pendiente del terreno se deben contemplar prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas, (Decreto N° 23214-MAG-MIRENEM).

8.2.2. Características del suelo

Para la caracterización del suelo en la parcela en estudio se utilizó la aplicación digital SUELOS CR, que es una herramienta diseñada por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), de la Universidad de Costa Rica (UCR). Esta “App” permite mediante el GPS del teléfono móvil acceder a una base de datos que muestra los órdenes y subórdenes de suelos presentes en el punto geográfico de donde se encuentre la propiedad bajo estudio.

El uso de la aplicación desde la parcela en estudio ubicó en el mapa de la herramienta una calicata cercana con las coordenadas 9,91577Lat, -83,88007Long, de acuerdo con Google Earth, ésta se encuentra aproximadamente a unos 200 metros de distancia de la propiedad (ver figura 13).

Figura 13. Ubicación de Calicata cercana al terreno según coordenadas obtenidas de la app SUELOS CR



Fuente: Google Earth, (2021)

Con el número de identificación de la calicata (#334) se procedió a acceder a la información de características del suelo presentes en ese punto de muestreo, los cuales son los datos que se utilizarán de referencia para describir el tipo de suelo de la parcela en estudio y sus características físicas.

8.2.2.1. Capacidad de infiltración y densidad aparente.

La clase textural presente en los suelos en el distrito de Potrero Cerrado de Oreamuno (que es donde se encuentra la parcela en estudio) según la composición de las partículas presentes (arena, limo y arcilla) está catalogada como suelo franco, cuyas proporciones de las partículas de suelo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Composición textural del suelo en Potrero Cerrado de Oreamuno

ID Calicata	Longitud	Latitud	Ubicación Político-Administrativa		
			Provincia	Cantón	Distrito
334	-83,88007	9,91577	Cartago	Oreamuno	Potrero Cerrado
Núm.	Horizonte	Arena	%		Clase Textural
Horizonte			Limo	Arcilla	
1	Ap	45,8	35,7	18,5	Franco
2	Bw1	44,0	40,3	15,7	Franco
3	Bw2	42,3	40,5	17,2	Franco
4	Bw3	43,2	42,8	14,0	Franco
5	Bw4	52,0	39,9	8,1	Franco

Fuente: Ucr, Usda, Accs (2012)

En el punto de muestreo de referencia (calicata #334), se observa que las proporciones de partículas de arena y limo son mayores que las arcillas presentes en cada uno de los horizontes del perfil.

El bajo porcentaje de arcilla implica que el suelo no es tan impermeable y los altos valores de arena permiten una buena infiltración de agua, sin embargo, el porcentaje de limo que muestran los horizontes también permiten que la estructura del suelo tenga un cierto grado de retención

de agua por medio de los poros formados por las partículas de limo, los cuales son pequeños, (Arias, 2012).

La densidad aparente, se define como la masa del material sólido (partículas) incluyendo el espacio poroso dentro de un volumen definido y se expresa en gr/cm^3 , (Arias, 2012).

En el cuadro 10 se muestra los valores de densidad aparente calculados en cada horizonte del perfil de suelo correspondiente a la muestra de referencia (calicata #334):

Cuadro 10. Valores de densidad aparente presentes en cada horizonte del perfil de suelo de referencia

ID_Calicata	Longitud	Latitud	Ubicación Político-Administrativa		
			Provincia	Cantón	Distrito
334	-83,88007	9,91577	Cartago	Oreamuno	Potrero Cerrado
Núm. Horizonte	Horizonte	gr/cm ³		Drenaje	Fertilidad
		Densidad Aparente	Densidad partículas		
1	Ap	1,11	-	Bien drenado	Alta
2	Bw1	0,95	-	Bien drenado	Alta
3	Bw2	0,91	-	Bien drenado	Alta
4	Bw3	0,85	-	Bien drenado	Alta
5	Bw4	0,71	-	Bien drenado	Alta

Fuente: Ucr, Usda, Accs (2012)

De acuerdo con Arias (2012), a mayores valores de densidad aparente, menor es la porosidad del suelo. En contraste con lo que muestra el cuadro 8, los valores presentes en cada horizonte tienden a bajar, lo cual indica que la porosidad en el suelo es mayor y en concordancia es un suelo que tiene un buen drenaje.

8.2.2.2. Profundidad.

La profundidad efectiva del suelo es el espacio en que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos. Según Arias (2012), en el suelo se encuentran capas duras, reducidas y tablas freáticas⁴ que se convierten en barreras comunes al desarrollo de las raíces.

En el cuadro 11, se muestra la profundidad del perfil al que se hace referencia para la caracterización del suelo en la zona donde se ubica la parcela en estudio. El perfil de referencia contó con la profundidad de 1,67 metros, lo que da una idea del espacio vertical donde pueden desarrollarse los sistemas radicales del cultivo (horizontes A y B).

Cuadro 11. Referencia aproximada de la profundidad del suelo, (calicata #334)

ID_Calicata	Longitud	Latitud	Ubicación Político-Administrativa		
			Provincia	Cantón	Distrito
334	-83,88007	9,91577	Cartago	Oreamuno	Potrero Cerrado

Núm. Horizonte	Horizonte	Profundidad (cm)		
		Prof. Inicial	Prof. Final	Espesor
1	Ap	0	25	25
2	Bw1	25	59	34
3	Bw2	59	85	26
4	Bw3	85	133	48
5	Bw4	133	167	34

Fuente: Ucr, Usda, Accs (2012)

Para el caso de la planta de culantro la profundidad donde se desarrolla el sistema radical, así como de absorción de humedad perfectamente puede ser en los primeros 20 cm del perfil de

⁴ Tabla freática: Agua subterránea

suelo, que con respecto al cuadro 11, se tomaría como referencia el horizonte Ap cuya profundidad es de 25 cm.

8.2.2.3. Capacidad de retención de agua.

La capacidad del suelo de retener humedad es un factor importante que permite conocer la disponibilidad de agua en éste para el cultivo. De acuerdo con Pérez (2018), la retención de agua es la propiedad hidrofísica del suelo que se encuentra en dependencia entre el contenido de agua del suelo y el potencial del agua del suelo.

El agua disponible o útil en el suelo, es el que las plantas pueden aprovechar y está definido como la capacidad de retención de agua disponible (CRAD). Se calcula como la diferencia entre la humedad gravimétrica a Capacidad de Campo (CC⁵) y la humedad gravimétrica en el Punto de Marchitez Permanente (PMP⁶), (Pérez, 2018).

La capacidad de Campo (CC) es el contenido de agua que tiene un suelo luego de que se saturó y drenó libremente por un lapso de 24 a 72 horas. El punto de marchitez permanente (PMP) es el contenido de agua que tiene un suelo cuando la planta o el cultivo extrajo toda el agua utilizable, (García, Puppo, Hayashi y Morales, 2012).

Para la caracterización de esta propiedad en la parcela bajo estudio, se toma de referencia la información contenida en la muestra de la calicata (#334) más cercana a la propiedad, tal como se ha venido indicando con la caracterización general del suelo en la zona.

En el cuadro 12 se muestra los porcentajes de agua útil o Capacidad de retención de agua disponible (CRAD) en los horizontes del perfil. El porcentaje en volumen de agua disponible a través de los horizontes descritos en la calicata de referencia (#334), al respecto los valores de agua útil o capacidad de retención de agua disponible (CRAD) indican el volumen de agua (mm) que el cultivo puede extraer cada 10 cm de profundidad del horizonte.

⁵ Porcentaje de agua que hay en el suelo a un 1/3 de atmósfera o -33kpal.

⁶ Porcentaje de agua que hay en el suelo a 15 atmósferas o -1500kpal.

Cuadro 12. Porcentajes de agua útil en el suelo (Calicata #334)

ID_Calicata	Longitud	Latitud	Ubicación Político-Administrativa		
			Provincia	Cantón	Distrito
334	83,88007	9,91577	Cartago	Oreamuno	Cerrado
Núm. Horizonte	Horizonte	kPa		%	
		Ret. humedad (33) (CC)	Ret. humedad (150) (PMP)	Agua Útil (CRAD)	
1	Ap	39,4	17,9	21,5	
2	Bw1	44,8	19,9	24,9	
3	Bw2	44,8	22,5	22,3	
4	Bw3	53,8	25,6	28,2	
5	Bw4	72,4	35	37,4	

Fuente: Ucr, Usda, Accs (2012)

La información obtenida en los cuadros 9, 10, 11 y 12, son referencias importantes que posteriormente pueden contribuir a un cálculo más exacto de la demanda hídrica de un cultivo.

8.3. Método que se utilizará para cosecha de agua en la parcela bajo estudio

Considerando que la parcela cuenta con una inclinación topográfica que no supera el 8% y que es una condición de pendiente suave que no requiere realizar obras de conformación topográfica para el tránsito ni escurrimiento de agua llovida, el método que mejor se adapta es el de un sistema de captación externa de agua llovida en donde se captaría el volumen de agua mediante un reservorio similar al que se ilustra en la figura 9.

La razones que justifican la escogencia de este sistema se basan en dos aspectos, uno es el sistema productivo que se usará para la plantación, el cual consiste en módulos donde el cultivo se desarrollará bajo ambiente protegido y para ello se requiere de un sistema de riego controlado y el segundo aspecto consiste en que la finalidad de implementar la cosecha de agua en la parcela

es para almacenar el suficiente volumen de agua llovida para usarlo posteriormente cuando las condiciones climáticas son secas o de lluvias escasas.

8.4. Requerimiento de agua del cultivo

El consumo de agua en la parcela fue calculado tomando como referencia el costo que el productor paga mensualmente a la ASADA por el riego de la superficie que actualmente destina a cultivar culantro. De acuerdo con la información suministrada por parte del productor, se ha venido utilizando aproximadamente 616 m² de terreno para siembra de culantro castilla en macro túneles artesanales, esto representa apenas un 28% del total disponible para cultivar en la parcela (ver figura 14).

Figura 14. Área de la parcela bajo estudio que actualmente es usada para cultivo de culantro castilla



Fuente: Google Earth, (2021)

Considerando los datos de consumo de agua que el productor reporta durante la época seca y lluviosa para el área actual de uso (616 m²) (ver cuadro 13), se procedió a realizar un cálculo aproximado del volumen de agua que requeriría para suplir el riego en época seca para toda el área disponible de siembra, cuyos datos se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 13. Pagos mensuales de consumo de agua para operar un área de siembra de 616 m², 2020

Montos de facturación mensual año 2020:		
Mes	m3 consumo	Facturación total
Enero	28	¢17 848
Febrero	42	¢24 936
Marzo	55	¢31 517
Abril	45	¢26 454
Mayo	30	¢18 861
Junio	26	¢14 192
Julio	20	¢11 764
Agosto	15	¢9 742
Septiembre	12	¢8 528
Octubre	10	¢7 719
Noviembre	15	¢9 742
Diciembre	20	¢11 764

Fuente: Datos aportados por el productor

Cuadro 14. Proyección del volumen aproximado de requerimiento de agua para sembrar culantro castilla en el área total disponible de la parcela (3.136m²) durante época seca (enero-abril)

Mes	m3 consumo
Enero	98
Febrero	148
Marzo	193
Abril	158

Fuente: Elaboración propia

Los volúmenes de agua mostrados en el cuadro 13 contemplan tanto el agua utilizada para riego como la utilizada para labores indirectas de operación de la actividad (lavado de herramientas,

preparación de las soluciones para aplicar fertilizantes y control químico de plagas y enfermedades). Se puede apreciar que el consumo de agua no sobre pasó los 60m³ de agua tal como lo exige la ASADA. Por otra parte, durante la época lluviosa el consumo es mucho menor debido a condiciones lluviosas y una humedad relativamente alta.

En el cuadro 14, se muestra la proyección de consumo de agua hecha para la época seca, en donde se está asumiendo como un escenario hipotético que entre los meses de enero y abril no existen precipitaciones, por tanto, el volumen mínimo que se debe garantizar para operar sin problema la parcela en la época seca es de 597 m³ aproximadamente. Además del sistema de cosecha de agua, el proyecto estaría implementando un sistema de riego por goteo, por lo que el valor aproximado de consumo de agua podría ser menor, dado que con un sistema por goteo se puede lograr un uso más eficiente del recurso que puede disminuir el consumo entre un 20% y un 30% con respecto a otros sistemas de riego, (M. Villatoro, comunicación personal, 31 de marzo de 2021).

En el caso de las actividades empresariales, la ASADA de Potrero Cerrado de Oreamuno cuenta con una tarifa diferenciada de la de consumo humano (casas de habitación) denominada “Emprego”, la cual se rige por rangos de consumo de metros cúbicos al mes.

Esta tarifa diferenciada no considera el riego agrícola, sin embargo, como una muestra de ayuda a pequeños productores en cuyas parcelas no hay fuentes permanentes de agua para riego o que no están adscritas a un programa de riego, la ASADA permite hacer uso del agua pagando dicha tarifa diferenciada, bajo las siguientes condiciones: no pueden excederse de 60 m³ al mes, de lo contrario se expone a multas y hasta suspensión del servicio de agua.

Además, el productor debe contemplar que en el momento de que se genere una escasez o faltante de agua en la zona, se prioriza el uso a consumo humano (uso habitacional) y aplicarían racionamientos de agua. En el cuadro 15 se muestra la tarifa diferenciada:

Cuadro 15. Escala de tarifas especiales para actividades productivas (ASADA)

Rangos de costo por m³ ASADA DE POTRERO CERRADO, OREAMUNO			
Empresa y/o riego			
1 m ³	a	10 m ³	¢311
11 m ³	a	30 m ³	¢358
31 m ³	mas	60 m ³	¢448

Fuente: Acueducto Rural de Potrero Cerrado

Cuadro 16. Costo proyectado de agua del acueducto con proyecto SCALL

Mes	Consumo m³	Tarifa aplicada	Tarifa base	Hidrantes	IVA	Costo Total
Enero	3	¢311	¢2 393	¢858	1,13	¢4 728
Febrero	3	¢311	¢2 393	¢858	1,13	¢4 728
Marzo	3	¢311	¢2 393	¢858	1,13	¢4 728
Abril	3	¢311	¢2 393	¢858	1,13	¢4 728
Mayo	60	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢34 048
Junio	60	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢34 048
Julio	60	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢34 048
Agosto	50	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢28 986
Septiembre	40	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢23 923
Octubre	30	¢358	¢2 393	¢858	1,13	¢15 810
Noviembre	35	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢21 392
Diciembre	45	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢26 454
<i>Total</i>	392					<i>Costo total / año: ¢237 621</i>

Fuente: Elaboración propia

Con base en la información anterior, se procedió a estimar el consumo de agua del acueducto que se tendría tanto para el escenario con proyecto, o sea, con el sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) y sin proyecto.

Para el escenario con proyecto el costo total por el abastecimiento del agua por parte de la ASADA que se tendría para la operación de la parcela en su área total disponible para siembra se muestra en el cuadro 16.

El consumo tan reducido de agua en los meses de enero a abril obedece a que se esperaría suplir en un 100% el requerimiento de agua para riego con el sistema de cosecha de agua, por lo que solo se utilizaría el agua de acueducto para labores menores.

Para los meses de mayo a diciembre el consumo de agua de la ASADA aumentaría debido a que el enfoque es almacenar la mayor cantidad de agua posible en el sistema de cosecha de agua para la próxima época seca, sin embargo, se esperaría contar con un sobrante disponible luego de su uso en la época seca para apoyar labores de riego durante la época lluviosa en combinación con agua del acueducto y el aporte directo de las lluvias sobre el cultivo en las primeras semanas antes de la germinación.

En el segundo escenario de producción de culantro castilla sin proyecto SCALL, el área máxima que se podría sembrar en la parcela tomando en cuenta la disponibilidad máxima de agua que permite la ASADA y según la estimación del productor sería en la época lluviosa en donde se puede extender a 1 095 m², tal como lo muestra el cuadro 17.

Cuadro 17. Áreas máximas de cultivo según la disponibilidad de agua sin proyecto durante el año

Mes	Área en época seca	Área en época lluviosa
	616 m ² Consumo m ³	1095 m ² consumo m ³
Enero	28	-
Febrero	42	-
Marzo	55	-
Abril	45	-
Mayo	-	53
Junio	-	46
Julio	-	36
Agosto	-	27
Septiembre	-	21
Octubre	-	18
Noviembre	-	27
Diciembre	-	36
Total	170	264

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el cuadro 17, para los meses más secos del año el área de siembra se mantendría en 616 m² cuyo pico más alto de consumo de agua se daría en el mes de marzo. De acuerdo con el productor, a partir del mes de mayo con el periodo de transición a la época lluviosa, la condición de siembra es más apta para ampliar un poco el área de siembra y mantener un uso de agua del acueducto más bajo.

Producto de las precipitaciones que se dan entre mayo y diciembre, se estima que se puede hacer un uso racionado de agua de la ASADA en combinación con el agua llovida que permitiría ampliar la producción pasando de 616 m² a aproximadamente 1 095 m².

En el cuadro 18 se muestra el costo aproximado de facturación de agua de la ASADA en un escenario sin proyecto:

Cuadro 18. Costo proyectado de consumo de agua del acueducto en un escenario sin proyecto SCALL

Mes	Consumo m ³	Tarifa aplicada	Tarifa base	Hidrantes	IVA	Total
Enero	28	¢358	¢2 393	¢858	1,13	¢15 001
Febrero	42	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢24 936
Marzo	55	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢31 517
Abril	45	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢26 454
Mayo	53	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢30 670
Junio	46	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢27 071
Julio	36	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢21 671
Agosto	27	¢358	¢2 393	¢858	1,13	¢14 460
Septiembre	21	¢358	¢2 393	¢858	1,13	¢12 303
Octubre	18	¢358	¢2 393	¢858	1,13	¢10 865
Noviembre	27	¢358	¢2 393	¢858	1,13	¢14 460
Diciembre	36	¢448	¢2 393	¢858	1,13	¢21 671
<i>Total</i>	433					<i>Costo total / año: ¢251 080</i>

Fuente: Elaboración propia

Este es un escenario de referencia el cual estaría sujeto a variaciones tales como eventos climáticos imprevistos que deriven en la ocurrencia de precipitaciones en meses secos el cual podría significar un ahorro en el costo de la factura de riego.

Sin embargo, también puede ocurrir el escenario contrario donde los fenómenos climáticos acentúen sequías prolongadas, lo que generaría restricciones de uso por parte del acueducto rural para priorizar el agua para consumo humano, condición que podría mitigarse con un sistema de cosecha de agua que supla la etapa más crítica del año.

8.5. Distribución estacional de lluvias en la zona

De acuerdo con los datos suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) acerca de la distribución de agua llovida en el distrito de Potrero Cerrado de Oreamuno en los últimos 5 años, el volumen de precipitaciones es baja en los meses de enero a abril, los cuales marcan la época seca, a partir del mes de mayo el volumen se incrementa y luego con la influencia de la estación lluviosa incrementa considerablemente tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 19. Distribución mensual del volumen de agua llovida en el Distrito de Potrero Cerrado de Oreamuno

Registro de precipitaciones mensuales en Potrero Cerrado en los últimos 5 años						
Cantidad de mm/m²						
Mes/año	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
Enero	67,8	113,4	239,6	7,0	142,6	114,1
Febrero	69,0	9,8	54,8	7,6	43,8	37,0
Marzo	6,2	18,2	7,2	15,6	5,0	10,4
Abril	73,4	40,2	15,8	29,0	13,6	34,4
Mayo	164,2	424,8	288,0	382,0	175,4	286,9
Junio	181,0	175,6	251,0	59,2	213,2	176,0
Julio	80,2	49,4	230,8	99,2	70,2	106,0
Agosto	109,6	174,6	117,4	128,8	142,2	134,5
Septiembre	11,2	494,8	186,8	192,4	274,4	231,9
Octubre	401,2	227,8	262,2	321,6	272,0	297,0
Noviembre	386,6	132,0	92,2	172,4	211,2	198,9
Diciembre	130,2	147,0	32,0	46,2	166,4	104,4
Total/anual	1 680,6	2 007,6	1 777,8	1 461,0	1 730,0	

Fuente: Instituto Metereológico (IMN), (2016-2020)

Tal como se puede apreciar en el cuadro anterior, los meses de menor volumen de agua llovida son entre enero-abril, posteriormente con el periodo de transición a la época lluviosa, la precipitación incrementa en el mes de mayo y entre los meses de junio y julio se dan

fluctuaciones con el volumen de lluvia que tienen a una leve baja en la cantidad de mm de agua precipitada. Claramente entre los meses de agosto y octubre se dan las mayores precipitaciones en la zona y luego con la entrada de la transición a la estación seca el volumen de precipitación baja en los meses de noviembre y diciembre con algunas excepciones tales como en noviembre del 2016 y noviembre del 2020.

Es importante destacar que en el año 2016 hubo una influencia por el huracán OTTO por lo que el volumen de precipitación fue considerablemente mayor entre el mes de octubre y noviembre los cuales representaron casi el 47% del total anual de ese año, (IMN, (2016-2020)).

Por otra parte, el año 2017 estuvo marcado por influencias de ondas tropicales que se generaron en el mar caribe durante el mes de mayo y que generaron intensas lluvias en gran parte del territorio nacional, particularmente registrando en el distrito de Potrero Cerrado un volumen de 424,8mm/m² en el mes. En el mes de septiembre con el paso de la tormenta tropical Nate se registra el mayor volumen de agua llovida en los últimos 5 años en el distrito, alcanzando 494,8 mm/m² de agua, (IMN, (2016-2020)).

8.6. Sistema de captación de agua de lluvia para la parcela

8.6.1. Estudio hidrológico en la propiedad de estudio

Con base al estudio hidrológico elaborado por un profesional competente, se realizaron los cálculos y mediciones para calcular el coeficiente de escorrentía con el fin de determinar la posibilidad de utilizar las aguas pluviales que se generan en la propiedad y mediante un sistema de captación de agua llovida (SCALL), suplir parte de la demanda de agua para las actividades agrícolas.

Según Guerrero (2021), para la metodología de elaboración del estudio hidrológico se utiliza el método de Kirpich para el cálculo del tiempo de concentración y el cálculo de los valores de intensidades máximas de lluvia con base en las ecuaciones confeccionadas por Varhson y Alfaro para el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (C.F.I.A), en donde se utiliza la ecuación más representativa para las condiciones de precipitación que se dan en la región donde se ubica

la parcela en estudio. El análisis del área tributaria y su respectivo coeficiente de escorrentía son evaluados para el área de aporte según el tipo de cobertura y topografía presente en el sitio.

El área tributaria para efectos de la zona de estudio es el área del terreno y el coeficiente de escorrentía representa la relación del ritmo de escurrimiento al ritmo de precipitación en cada caso específico, (Guerrero, 2021).

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía según Guerrero (2021) se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula 1:

$$C = \sum \frac{C_i A_i}{A_t}$$

Donde:

C_i : Coeficiente de escorrentía para un tipo de cobertura específico.

A_i : Área para un tipo de cobertura específico (m²).

A_t : Área total de la zona de aporte bajo estudio (m²).

A continuación, se pasa a detallar el cálculo de los diferentes coeficientes de escorrentía necesarios de calcular, de acuerdo con las condiciones del área tributaria para los cuales se ha determinado el caudal de diseño.

En la figura 15 se muestran los valores de porcentajes de escurrimiento según el tipo de cobertura y pendiente:

Figura 15. Valores de porcentajes de escurrimiento.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada > 50%	Alta 50 -20 %	Media 20 – 8 %	Suave 8 -1 %	Despreciable < 1 %
Sin vegetación	Impermeable	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
	Semipermeable	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	Permeable	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
Cultivos	Impermeable	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	Semipermeable	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	Permeable	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
Pastos y vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
	Semipermeable	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	Permeable	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15
Hierba y grama	Impermeable	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	Semipermeable	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
	Permeable	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
Bosques y vegetación densa	Impermeable	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	Semipermeable	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
	Permeable	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05

Fuente: Guerrero, (2021)

La parcela en estudio cuenta con una cobertura vegetal de cultivo y con una pendiente que se ubica entre el 1% y 8%, en donde además dadas las características del suelo cuyo tipo son andisoles, por su naturaleza son suelos permeables. Con estos parámetros se determinó que el porcentaje de escurrimiento de aguas llovidas en el terreno es de un 25%.

Tomando los datos de campo generados por el profesional a cargo del estudio hidrológico se tienen los siguientes valores en la figura 16:

Figura 16. Valores de coeficientes⁷ de escorrentía según el área tributaria en la propiedad.

Tipo de Cobertura	Área (%)	Área (km²)	Coefic. de Escorrentia*	C_iA_i
Techos, construcciones y cobertura impermeable.	6,664	0.00027	0.90	0.000243
Jardines, Pastos, Árboles, cosechas y similares.	93,336	0.00378	0.25	0.000945
Totales	100.0	0.00405		0.001188

Fuente: Guerrero, (2021)

De acuerdo con Guerrero (2021), usando los valores de los coeficientes de escorrentía el coeficiente ponderado es el siguiente:

Fórmula 2

$$\text{Coeficiente de escorrentía: } C = \frac{0.001188}{0.00405} = \mathbf{0.29332}$$

De acuerdo con el valor ponderado del coeficiente de escorrentía de la fórmula 2 del volumen total de lluvia promedio se puede captar en la propiedad aproximadamente casi el 30%.

En la figura 17 se muestran los valores del caudal calculados en el estudio hidrológico según el área de captación:

⁷ Los Coeficientes de escorrentía son tomados por el profesional responsable del Manual de Conservación de Suelos y Aguas de la Universidad de Chapingo y del Código de Instalaciones Sanitarias e Hidráulicas en edificaciones del C.F.I.A

Figura 17. Caudales de aguas pluviales en las áreas de captación

Mes		Prom mm/m2	Volumen x techos (m3)	Volumen x Suelos (m3)
Enero		114,1	29,8	14,5
Febrero		37,0	9,7	4,7
Marzo		10,4	2,7	1,3
Abril		34,4	9,0	4,4
Mayo		286,9	74,9	36,6
Junio		176,0	45,9	22,4
Julio		106,0	27,7	13,5
Agosto		134,5	35,1	17,1
Septiembre		231,9	60,5	29,6
Octubre		297,0	77,5	37,9
Noviembre		198,9	51,9	25,4
Diciembre		104,4	27,2	13,3
		Sutotal	451,9	220,8
			Total	672,7
Area techos	290	m2	Coef. Techos	Coef. Suelo
Área Suelos	510	m2	0,9	0,25
Área total	800	m2		

Fuente: Guerrero, (2021)

8.6.2. Diseño del Sistema de Captación de Agua Llovida (SCALL)

Siguiendo los datos obtenidos por el estudio hidrológico, la parcela cuenta con la capacidad de captar alrededor de 672 m³ de agua en el cual está contemplado el volumen que se puede captar de los techos existentes y del suelo.

El profesional recomienda la construcción de dos unidades de reservorio de tipo laguna de igual capacidad para la captación de la escorrentía. Según los resultados obtenidos en el estudio hidrológico el diseño de cada reservorio tendrá las siguientes dimensiones:

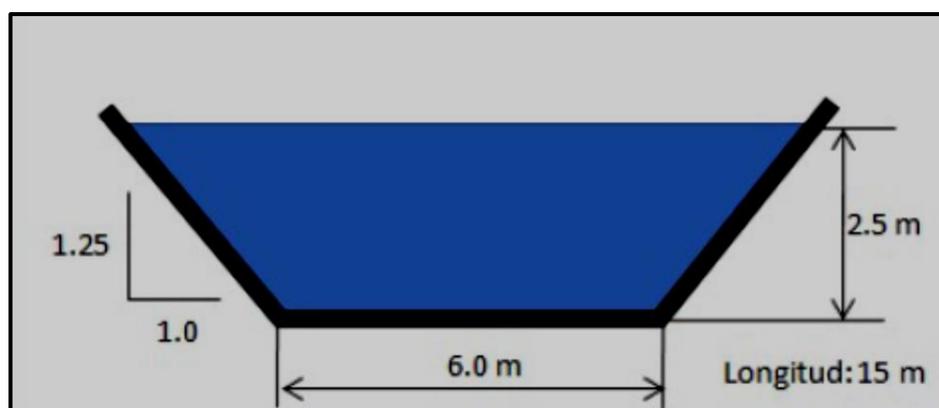
- Base de 6 metros con taludes con relación base/altura de 1:1.25.
- Longitud de 15 metros.
- Altura de 2,50 metros

- Huella de 150 metros
- Capacidad de 337 m³ de agua.

La conformación del terreno en el reservorio será recubierta con geomembrana y geotextiles y ameritaría el uso de un back hoe y al menos dos vagonetas para realizar el movimiento de tierras y el traslado del material a un sitio de botadero (Guerrero, 2021).

El diseño hidráulico se muestra en la figura 18.

Figura 18. Caudal de diseño hidráulico del reservorio



Fuente: Guerrero, (2021)

El diseño que se muestra en la figura 18, muestra las características físicas vistas en perfil del reservorio, el cual tendría una capacidad de almacenar 337 m³ de agua el cual representa el 50% del potencial total calculado de poder capturar agua llovida durante los meses más lluviosos, cabe indicar que según el estudio hidrológico durante casi todo el año se podrá captar agua sin embargo la mayor proporción sería entre los meses de mayo y diciembre, dando soporte de riego para la época seca.

Según Guerrero (2021), el estudio realizado para la parcela bajo evaluación deberá contar con dos reservorios de los descritos para así poder contar con un volumen de almacenado aproximado de 674 m³ según la memoria de cálculo del diseño, sin embargo, es un dato que podría variar según las condiciones climáticas de cada año en particular.

Tomando en cuenta que en los meses de mayor demanda de agua para las labores del cultivo se consumen aproximadamente 598 m^3 , con estos dispositivos de captación se lograría cubrir el 100% del requerimiento y con un saldo de volumen a favor, sin embargo, esta proyección estaría afectada por el comportamiento del régimen de lluvias en la zona en años futuros.

8.6.3. Distribución de los sistemas independientes de captación en la parcela

El profesional encargado de realizar el diseño de los dispositivos de captación propone dos unidades distribuidas de la siguiente forma:

Figura 19. Ubicación aproximada de los reservorios propuestos en la parcela



Fuente: (Google Earth, 2021)

En la figura 19 se muestra el área total de la parcela y los reservorios son representados en los recuadros de color verde. Los dispositivos son iguales en capacidad de almacenaje (cada uno es de 337 m^3) y abarcan una huella aproximada de 150 m^2 cada uno.

8.6.4. Costos de implementación del Sistema de captación de agua llovida (SCALL)

Con base a la memoria de cálculo del diseño del reservorio realizado por Guerrero (2021), el cuadro 20 muestra la estructura de costos para la construcción y establecimiento de los reservorios de captación de agua:

Cuadro 20. Costo total de implementar los dos reservorios de captación de agua

Rubro:	Costo (colones)	IVA	Costo total
Movimiento de tierras	¢9 089 615	13%	¢10 271 265
Construcción e instalación de sistema	¢18 806 100	13%	¢21 250 893
		Subtotal:	¢31 522 158
Sistema de Riego (goteo)	¢1 217 382	13%	¢1 375 641
		Total:	¢32 897 799

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio Hidrológico, (Guerrero, 2021)

Tal como se aprecia en el cuadro 20, el costo total para construcción y puesta en marcha de los dos sistemas de captación de agua llovida es de ¢31 522 158 de colones y adicionalmente se cotizó la instalación del sistema de riego por goteo para todos los módulos por un monto de ¢1 375 641, el cual fue cotizado con la empresa HIDROPLANT, el cual detalló las características del proyecto de riego de la siguiente forma:

Condiciones del proyecto:

- **Lugar:** Potrero Cerrado, Oreamuno, Cartago.
- **Abastecimiento de agua:** el sistema necesita un caudal mínimo de 160 litros por minuto para trabajar simultáneamente con 5 macro túneles de los 40 en total del proyecto.
- **Área de irrigación:** corresponde a Macro túneles que en promedio miden 16 m de largo por 3,8 m de frente, dentro de cada uno se conforman 3 heras (camas) de aproximadamente 1 m de ancho, donde se colocarán 5 cintas de goteo paralelas.
- **Disponibilidad de corriente eléctrica:** no se requiere.

De acuerdo con el diseño hidráulico del sistema de riego elaborado por HIDROPLANT para el proyecto, se utilizará una tubería principal de 63mm que abastece todos lo macro túneles desde la fuente de agua hasta el último macro túnel con un perímetro aproximado de 150 metros. De esta tubería se deriva en cada macro túnel una válvula que abastece la tubería secundaria hacia el frente de las camas del cultivo y de esta se conectan 5 cintas de goteo (por cada cama) de 16mm de diámetro con 8mm de espesor de pared con emisiones espaciados cada 20cm con caudal unitario de 1,6 litros por hora cada uno.

8.7. Establecimiento del cultivo y proyección de volumen de producción

El plan de expansión de siembra contempla la utilización de 3 136m² de la parcela de los cuales el área neta de siembra será de 2 166 m² y para el sistema de captación de agua llovida en dos reservorios un área total de 300 m². La superficie de plantación estará distribuida en 40 módulos de ambientes protegidos de diferentes tamaños (macro túneles). La estimación de la producción esperada por módulo se detalla en el cuadro 21.

Cuadro 21. Estimación de producción máxima de rollos de culantro por módulo de ambiente protegido

Módulos de ambiente protegido				
Tipo	Área(m2)	Cantidad rollos	# módulos	Total, rollos
A	45,6	547	25	13 680
B	60,8	730	6	4 378
C	70,3	844	6	5 062
D	79,8	958	3	2 873
Total:				25 992

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el rendimiento esperado por metro cuadrado, se espera producir 12 rollos de 90g. En un área total de 2 166 m² distribuidos en 40 módulos de macro túneles, la producción potencial cada dos meses podría alcanzar hasta 25 992 rollos de culantro, lo que significa una producción potencial máxima anual de hasta 155 952 rollos de culantro. Esta estimación está basada en la experiencia propia del productor y de acuerdo con el AVIOS de culantro castilla que indican que para una hectárea de terreno el potencial de producción es cercano a 150 000 rollos de culantro con un rollo muy similar al sugerido para este trabajo. Sin embargo, se tomará como base para la logística del envío de producto, las disposiciones de entrega que exigen algunas cadenas de supermercados⁸, en donde el culantro va embalado en cajas plásticas con un máximo de 30 rollos c/u, por tanto, se realizará un viaje semanal de 3 240 rollos de culantro, esto equivale a 108 cajas de 30 rollos c/u por viaje. Al mes son cuatro viajes que sumarían un volumen de entrega de 12 960 rollos para un total de 155 520 rollos por año. A pesar de que el

⁸ Logística de entrega en cadenas como Corporación Mega súper y WALMART

volumen esperado de producción es mayor, se considera prudente manejar un nivel estándar semanal mínimo de 108 cajas de producto de forma constante.

La diferencia de volumen según lo esperado con lo proyectado para entregar mensualmente representa una forma de sensibilizar el proyecto, dado que no siempre se puede obtener el 100% de la cosecha esperada.

En la siguiente figura se muestra el tipo de caja que se utilizaría para entregar el producto en el Centro de acopio del cliente potencial:

Figura 20. Ejemplo de caja para entregar los rollos de culantro en un estándar de 30 rollos / caja (Dimensiones 470mm x 340mm x 270mm)



Fuente: Freeplast, (2021)

8.7.1. Inversión inicial de infraestructura para establecer el cultivo de culantro castilla en la parcela bajo estudio

La actualización de los costos para el establecimiento del cultivo de culantro castilla en la parcela bajo estudio, tuvo como guía la última versión del AVIOS de culantro castilla

correspondiente a la actualización hecha en el 2017 por el Ing. Rolando Tencio (MAG), además de los datos aportados por el productor en su experiencia con la siembra de este producto y las correspondientes cotizaciones de materiales e insumos.

8.7.1.1. Preparación del terreno

Para proceder con la siembra total en los módulos de ambiente protegido (macro túnel) es necesario preparar el terreno con el fin de generar condiciones adecuadas en la estructura del suelo para el futuro desarrollo de las plantas. Para el área total disponible de siembra el costo de la preparación del terreno se detalla en el cuadro 22:

Cuadro 22. Costos de labranza del terreno

Preparación mecanizada del terreno en toda el área			
Actividad	Horas	Costo/Hora	Total
Romper terreno	2,5	¢17 000,00	¢42 500,00
Rotar	2	¢17 000,00	¢34 000,00
Costo total en la propiedad:			¢76 500,00

Fuente: Elaboración propia

8.7.1.2. Distribución y dimensiones de los 4 tipos de macro túneles

En el área neta para siembra se conformarán 40 macro túneles cuya función será generar un ambiente protegido al cultivo durante su fase de desarrollo foliar hasta la cosecha.

Debido a la irregularidad geométrica de la parcela los macro túneles se dividieron en cuatro tipos (macro túnel tipo A, B, C y D) según el tamaño con el fin de adaptar las áreas y maximizar el uso del terreno para la siembra. El cuadro 23 muestra las dimensiones de cada tipo de macro túnel.

Cuadro 23. Cantidad y superficie de cada tipo de módulos (ambientes protegidos)

Macro túnel tipo A			
	cantidad	25	
ancho		3,8	m
largo		12,0	m
Área módulo		45,6	m²
Área total módulos		1 140,0	m²
Macro túnel tipo B			
	cantidad	6	
ancho		3,8	m
largo		16,0	m
Área módulo		60,8	m²
Área total módulos		364,8	m²
Macro túnel tipo C			
	cantidad	6	
ancho		3,8	m
largo		18,5	m
Área módulo		70,3	m²
Área total módulos		421,8	m²
Macro túnel tipo D			
	cantidad	3	
ancho		3,8	m
largo		21,0	m
Área módulo		79,8	m²
Área total módulos		239,4	m²

Fuente: Elaboración propia

El módulo tipo A cuenta con un área aproximada de $45,6 \text{ m}^2$ y serán 25 módulos de este tipo que sumarán en total $1\,140 \text{ m}^2$ de cultivo bajo ambiente protegido.

En el caso de los módulos tipo B, estos tendrán un área promedio de $60,8 \text{ m}^2$ y solo serán seis módulos con estas características, sumando en total una superficie bajo ambiente protegido de casi 365 m^2 . El módulo tipo C, serán macro túneles de aproximadamente 70 m^2 y serán un total de seis unidades de estos módulos sumando un total de superficie de casi 422 m^2 .

Finalmente, los módulos tipo D serán los más grandes debido a que ocupan la parte más ancha del terreno, el área promedio de éstos será de casi 80 m^2 y solo serán 3 unidades de este tipo.

En total el área que se mantendrá bajo ambiente protegido suma aproximadamente $2\,166 \text{ m}^2$ según lo proyectado con base a la distribución hecha en la parcela.

Figura 21. Distribución aproximada de los diferentes tipos de módulos para ambiente controlado en la parcela



Fuente: Google Earth, (2021)

8.7.1.3. Costo de mano de obra para el establecimiento de los módulos

Cuadro 24. Costos de mano de obra para construcción de módulos de ambiente protegido.

Costo mano de obra				
Módulo tipo A	Área módulo	45,6	m ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo/módulo
Rubro				
Construcción módulo	HMO	5	€1 684	€8 422
Cantidad de módulos	Macro túnel	25		
			<i>Subtotal:</i>	€210 553
Módulo tipo B	Área módulo	60,8	m ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo total
Rubro				
Construcción módulo	HMO	7	€1 684	€11 229
Cantidad de módulos	Macro túnel	6		
			<i>Subtotal:</i>	€67 377
Módulo tipo C	Área módulo	70,3	m ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo total
Rubro				
Construcción módulo	HMO	8	€1 684	€12 984
Cantidad de módulos	Macro túnel	6		
			<i>Subtotal:</i>	€77 905
Módulo tipo D	Área módulo	79,8	m ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo total
Rubro				
Construcción módulo	HMO	9	€1 684	€14 739
Cantidad de módulos	Macro túnel	3		
			<i>Subtotal:</i>	€44 216

Total, mano de obra: €400 051

Fuente: Elaboración propia

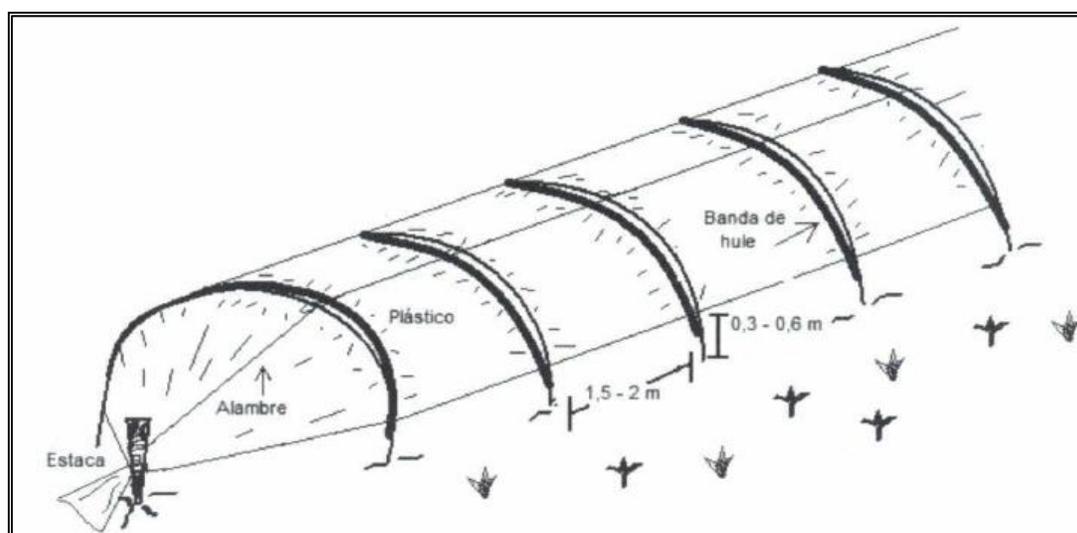
El establecimiento de los módulos requiere de mano de obra para la instalación de los módulos donde el cultivo de culantro estará en un medio de ambiente protegido, tal como lo muestra el cuadro 22. Para las labores de establecimiento de los módulos se contratarían por horas a seis peones, para que en una semana puedan instalar los módulos de ambiente controlado, para lo cual se necesitan cerca de 237 horas. Con esta cantidad de personas durante 6 días los 40 macro túneles estaría listos con un costo de mano de obra de ₡400 051 colones.

8.7.1.4. Costo de infraestructura para instalar los módulos de ambiente protegido

Según Velázquez (2012), las hortalizas son cultivos de mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades, además de demandar gran cantidad de agroquímicos, condición que genera un impacto ambiental por sobre exposición a aplicaciones de pesticidas generadas por una alta incidencia de enfermedades. Por tal razón se pretende mitigar los daños potenciales tanto para el cultivo en sí como para el medio ambiente con la adaptación a un sistema de ambiente protegido.

Entre las opciones que se manejan en producción hortícola se usará la estructura de macro túnel, la cual son módulos artesanales con materiales de bajo costo y su construcción es sencilla, tal como se muestra en la figura 22.

Figura 22. Estructura de macro túnel similar a instalar en la parcela bajo análisis



Fuente: (Ramírez, 2010)

Para la instalación de los macro túneles se hizo un listado de los materiales que se utilizarán para el montaje de las estructuras:

- Tubo metálico de ½ pulgada.
- Estacas de madera.
- Alambre forrado de ½ pulgada.
- Gasas metálicas.
- Plástico.

En las figuras 23 y 24 se ejemplifica el tipo de instalación y forma del macro túnel.



Figuras 23 y 24. Fuente: (PIMERURAL & PRONAGRO, 2011)

Mediante cotización de estos materiales se hizo el cálculo de la inversión en materiales para establecer los 40 módulos totales en donde además se incluye dos balanzas electrónicas OCONY para apoyar la labor de pesaje de los rollos de culantro durante la cosecha. Esta información se muestra en el cuadro 25.

Cuadro 25. Costos totales de materiales para instalar estructuras de macro túneles.

Materiales	Material	Cantidad	Costo /unidad	Costo total
Módulo tipo A				
Tubo	Aluminio	8	€5 184,1	€41 472,5
Reglas de madera (para estacas)	madera	2,25	€3 217,7	€7 239,8
Alambre fijación	Alambre forrado	15,8	€375,4	€5 931,3
Alambre Tensión	Alambre forrado	42	€375,4	€15 766,7
Gasas metálicas	Metal	18	€279,3	€5 027,7
Cubierta macro túnel	Plástico	14	€2 590,7	€36 269,1
Cantidad de módulos		25	Subtotal:	€111 707,1
Total, módulos A:				€2 792 676,9
Módulo Tipo B				
Tubo	aluminio	11	€5 184,1	€59 246,5
Reglas de madera (para estacas)	madera	3	€3 217,7	€9 595,6
Alambre fijación	Alambre forrado	21	€375,4	€7 908,4
Alambre Tensión	Alambre forrado	66	€375,4	€24 776,2
Gasas metálicas	Metal	24	€279,3	€6 663,7
Cubierta macro túnel	Plástico	18	€2 590,7	€46 631,7
Cantidad de módulos		6	Subtotal:	€154 822,0
Total, módulos B:				€928 932,2
Módulo Tipo C				
Tubo	aluminio	13	€5 184,1	€68 503,7
Reglas de madera (para estacas)	madera	3,6	€3 217,7	€11 434,3
Alambre fijación	Alambre forrado	24	€375,4	€9 144,0
Alambre Tensión	Alambre forrado	79	€375,4	€29 468,6
Gasas metálicas	Metal	28	€279,3	€7 940,5
Cubierta macro túnel	Plástico	20,5	€2 590,7	€53 108,3
Cantidad de módulos		6	Subtotal:	€179 599,6
Total, módulos C:				€1 077 597,7
Módulo tipo D				

Materiales	Material	Cantidad	Costo /unidad	Costo total
Tubo	aluminio	15	€5 184,1	€77 761,0
Reglas de madera (para estacas)	madera	4	€3 217,7	€12 870,8
Alambre fijación	Alambre forrado	28	€375,4	€10 379,7
Alambre Tensión	Alambre forrado	91	€375,4	€34 161,1
Gasas metálicas	Metal	32	€279,3	€8 938,1
Cubierta macro túnel	Plástico	23	€2 590,7	€59 585,0
Cantidad de módulos		3	Subtotal:	€203 695,7
			Total, módulos D:	€611 087,0
Inversión en balanza de medición por gramos para cosecha				
Material	Cantidad	Precio	IVA	Costo final
Balanza TANITA KD-200-110 electrónica	2	€107 821,6	13%	€243 676,9

Inversión total en infraestructura de módulos y balanza electrónica: **€5 653 970,8**

Fuente: Elaboración propia (Nota: precios incluyen el IVA)

8.7.2. Siembra y mantenimiento del cultivo

8.7.2.1. Costo inicial de mano de obra en siembra de cada módulo

Cuadro 26. Mano de obra para siembra de cada módulo

Costo mano de obra				
Módulo tipo A	Área módulo	45,6	M ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo/módulo
Rubro				
Preparación terrena (Siembra)	HMO	4	¢1 332	¢5 326
Cantidad de módulos	Macro túnel	25		
			<i>Subtotal:</i>	¢133 156
Módulo tipo B	Área módulo	60,8	M ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo total
Rubro				
Preparación terrena (Siembra)	HMO	5	¢1 332	¢7 102
Cantidad de módulos	Macro túnel	6		
			<i>Subtotal:</i>	¢42 610
Módulo tipo C	Área módulo	70,3	M ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo total
Rubro				
Preparación terrena (Siembra)	HMO	6	¢1 332	¢8 211
Cantidad de módulos	Macro túnel	6		
			<i>Subtotal:</i>	¢49 268
Módulo tipo D	Área módulo	79,8	M ²	
	Unidad	cantidad	costo / hora	costo total
Rubro				
Preparación terrena (Siembra)	HMO	7	¢1 332	¢9 321
Cantidad de módulos	Macro túnel	3		
			<i>Subtotal mano de obra:</i>	¢252 996
			Cargas sociales	¢67 044
			Total, mano de obra:	¢320 040

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 26 se muestra un desglose del valor aproximado de la siembra inicial en cada uno de los módulos. El objetivo del proyecto es realizar una siembra escalonada con el fin de contar con producción todas las semanas durante el año, para ello es necesario sembrar cinco módulos por semana hasta completar las 40 estructuras en ocho semanas aproximadamente, dado que el ciclo productivo del culantro oscila entre 55 a 60 días.

8.7.2.2 Costos de insumos para el establecimiento del cultivo

La siembra inicial para establecer el cultivo requiere de fertilizante, enmiendas al suelo, cura preventiva con fungicida y cura preventiva con nematicida además de la semilla de culantro castilla.

El costo de cada una de estas prácticas se desglosa en el cuadro 27.

Cuadro 27. Requerimiento y costos totales de insumos para siembra

Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Módulo Tipo A				
Semilla	Kilo	0,342	¢4 259,9	¢1 456,9
Fertilizante (12-24-12)	Kilo	1,368	¢417,5	¢571,1
enmienda al suelo (cal)	Kilo	2,28	¢131,3	¢299,4
Cura fungicida preventivo (risolex)	g	91,2	¢27,0	¢2 459,4
Cura nematicida preventivo (Raizate)	CC	4,56	¢9,8	¢44,7
Cantidad de módulos		25	Subtotal:	¢4 831,4
			Total, módulos A:	¢120 785,0
Módulo Tipo B				
Semilla	Kilo	0,456	¢4 259,9	¢1 942,5
Fertilizante (12-24-12)	Kilo	2	¢417,5	¢761,5
enmienda al suelo (cal)	Kilo	3	¢131,3	¢399,2
Cura fungicida preventivo (risolex)	g	122	¢27,0	¢3 279,2
Cura nematicida preventivo (Raizate)	CC	6	¢9,8	¢59,6
Cantidad de módulos		6	Subtotal:	¢6 441,9
			Total, módulos B:	¢38 651,2

Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Módulo Tipo C				
Semilla	Kilo	0,53	¢4 259,9	¢2 246,0
Fertilizante (12-24-12)	Kilo	2,1	¢417,5	¢880,4
Enmienda al suelo (cal)	Kilo	4	¢131,3	¢461,5
Cura fungicida preventivo (risolex)	g	141	¢27,0	¢3 791,6
Cura nematicida preventivo (Raizate)	CC	7	¢9,8	¢68,9
Cantidad de módulos		6	Subtotal:	¢7 448,4
			Total, módulos C:	¢44 690,5
Módulo tipo D				
Semilla	Kilo	0,60	¢4 259,9	¢2 549,5
Fertilizante (12-24-12)	Kilo	2,39	¢417,5	¢999,4
enmienda al suelo (cal)	Kilo	3,99	¢131,3	¢523,9
Cura fungicida preventivo (risolex)	g	159,60	¢27,0	¢4 303,9
Cura nematicida preventivo (Raizate)	CC	7,98	¢9,8	¢78,2
Cantidad de módulos		3	Subtotal:	¢8 455,0
			Total, módulos D:	¢25 364,9

Inversión inicial total de siembra: **¢229 491,6**

Fuente: Elaboración propia.

Los montos del costo de los insumos están calculados con base en la cotización hecha y se consideró con un IVA del 1%, según lo estipulado en el Reglamento del Régimen especial para el sector agropecuario y modificaciones a otros reglamentos”, (Decreto No. 41943-H-MAG) para productores inscritos como contribuyente en el Registro Único Tributario.

8.7.2.3. Cálculo del requerimiento de mano de obra para el mantenimiento del cultivo

El costo de mano de obra durante el ciclo de producción está definido en las horas aproximadas por tareas realizadas durante el proceso de desarrollo del cultivo, tal como se muestra en el cuadro 28.

Cuadro 28. Costos totales de mano de obra para los 40 macro túneles

Labores	Unidad	Cantidad	costo / hora	Costo/tarea
Módulo A Área: 45,6 m ²				
Aplicación insecticida/nematicida	HMO	0,67	¢1 331,6	¢888
Deshierba manual	HMO	0,67	¢1 331,6	¢888
Deshierba química	HMO	0,25	¢1 331,6	¢333
Riego	HMO	4,00	¢1 331,6	¢5 326
Control de plagas y enfermedades	HMO	2,17	¢1 331,6	¢2 885
Fertilización suelo	HMO	0,33	¢1 331,6	¢444
Fertilización foliar	HMO	1,50	¢1 331,6	¢1 997
Cosecha y amarrado	HMO	3,88	¢1 331,6	¢5 161
Cantidad de módulos		25	<i>Subtotal:</i>	¢17 922
			<i>Total,</i>	¢448 048
			<i>módulos A:</i>	
Módulo B área: 60,8 m ²				
Aplicación insecticida/nematicida	HMO	0,89	¢1 331,6	¢1 184
Deshierba manual	HMO	0,89	¢1 331,6	¢1 184
Deshierba química	HMO	0,33	¢1 331,6	¢444
Riego	HMO	5,33	¢1 331,6	¢7 102
Control de plagas y enfermedades	HMO	2,89	¢1 331,6	¢3 847
Fertilización suelo	HMO	0,44	¢1 331,6	¢592
Fertilización foliar	HMO	2,00	¢1 331,6	¢2 663
Cosecha y amarrado	HMO	5,17	¢1 331,6	¢6 882
Cantidad de módulos		6	<i>Subtotal:</i>	¢23 896
			<i>Total,</i>	¢143 375
			<i>módulos B:</i>	
Módulo C área: 70,3 m ²				
Aplicación insecticida/nematicida	HMO	1,03	¢1 331,6	¢1 369
Deshierba manual	HMO	1,03	¢1 331,6	¢1 369
Deshierba química	HMO	0,39	¢1 331,6	¢513
Riego	HMO	6,17	¢1 331,6	¢8 211

Labores	Unidad	Cantidad	costo / hora	Costo/tarea
Control de plagas y enfermedades	HMO	3,34	¢1 331,6	¢4 448
Fertilización suelo	HMO	0,51	¢1 331,6	¢684
Fertilización foliar	HMO	2,31	¢1 331,6	¢3 079
Cosecha y amarrado	HMO	5,98	¢1 331,6	¢7 957
Cantidad de módulos		6	<i>Subtotal:</i>	¢27 630
			<i>Total,</i>	¢165 778
			<i>módulos C:</i>	
Módulo D área: 79,8 m ²				
Aplicación insecticida/nematicida	HMO	1,17	¢1 331,6	¢1 553
Deshierba manual	HMO	1,17	¢1 331,6	¢1 553
Deshierba química	HMO	0,44	¢1 331,6	¢583
Riego	HMO	7,00	¢1 331,6	¢9 321
Control de plagas y enfermedades	HMO	3,79	¢1 331,6	¢5 049
Fertilización suelo	HMO	0,58	¢1 331,6	¢777
Fertilización foliar	HMO	2,63	¢1 331,6	¢3 495
Cosecha y amarrado	HMO	6,78	¢1 331,6	¢9 032
Cantidad de módulos		3		¢31 363
			<i>Total,</i>	¢94 090
			<i>módulos D:</i>	
<i>Costo mano obra</i>				¢851 291
<i>Cargas sociales</i>				¢225 592
<i>Costo total mano de obra en ciclo de producción</i>				¢1 076 883

Fuente: Elaboración propia

A este valor obtenido en el cuadro 28 se le sumará el costo de siembra el cual fue calculado en el cuadro 26 cuyo valor total servirá de parámetro para establecer el requerimiento de mano de obra fija para atender la producción y operación de la parcela.

Con base a los datos generados en los cuadros 26 y 28 con respecto a las horas mano de obra para siembra y mantenimiento de cultivo se determinó que la parcela requiere mínimo de dos peones para poder realizar todas las actividades necesarias. En este caso se contrataría a un peón fijo a tiempo completo y el otro peón lo constituye el productor y dueño de la parcela, ambos devengarán un salario equivalente al mínimo al mes para peón agrícola. Con respecto al peón contratado a tiempo completo, este estará cubierto con las cargas sociales que establece la Ley y en el caso del productor y propietario de la parcela, se pagará por su cuenta el seguro voluntario cuya cuota mensual al CCSS es aproximadamente un 10% del ingreso.

Para apoyar tareas adicionales en la actividad agrícola se subcontrataría por horas a otro peón de apoyo en donde se estima que el tiempo requerido durante el mes serían el equivalente a 32 horas y se cubrirá con el seguro proporcional a las horas laboradas.

En el cuadro 29 se muestra el detalle del costo de mano de obra mensual proyectado y en el cuadro 30 aparece el cálculo de las cargas sociales:

Cuadro 29. Detalle de costo de mano de obra total

Personal	Salario / mes
Productor	¢276 964
Peón fijo	¢276 964
Cargas sociales	¢73 396
<i>Subtotal</i>	¢350 360
Jornalero /horas	¢42 610
Cargas sociales	¢11 292
<i>Subtotal</i>	¢53 902
Total	¢681 226
Aguinaldo:	¢276 964
Vacaciones:	¢129 250
Cesantía:	¢180 027
Total, liquidación:	¢586 240

Fuente: Elaboración propia (con base en información del Ministerio de Trabajo (2021))

Cuadro 30. Cargas sociales reflejadas en el salario mínimo de un peón agrícola

Hora mano de obra bruta		₡1 331,56
Hora mano de obra neta		₡1 191,75
Hora mano de obra con aporte patrono		₡1 684,42
Salario mínimo peón agrícola (por día)		₡10 652,48
Salario bruto por mes aproximado		₡276 964,48
Desglose de cargas sociales:		Aporte
aporte del trabajador	10,50%	₡29 081
aporte del patrono	26,50%	₡73 396
Salario neto / mes		₡247 883

Fuente: Ministerio de Trabajo.

En la figura 25 se muestra el costo de la póliza anual para riesgos del trabajo:

Figura 25. Rubro de póliza y calculo respectivo

	Salario anual		
Monto asegurado	₡8 174 713		
Tarifa por actividad	4,61%		
Formula póliza=	Monto asegurado	x	Tarifa
	Póliza de riesgo del trabajo		₡376 854

Fuente: Tarifas autorizadas del sector privado por actividad económica, según INS, (2021)

8.7.2.4. Costos de producción en insumos

La estimación de los costos de producción durante el ciclo de desarrollo del cultivo tuvo como base la estructura que se encuentra en el AVIOS para culantro castilla, para el cual se utilizó la versión más actualizada que corresponde al año 2017 elaborada por el Ing. Rolando Tencio (MAG), datos aportados por el productor de la parcela en su experiencia con el cultivo de culantro y la actualización de precios de los insumos con casas comerciales tales como Casagri y El Colono Agropecuario.

Cabe indicar que las herramientas manuales de uso agrícola no se integraron como parte de los materiales a cotizar debido a que el productor cuenta con suficiente material de este tipo.

De acuerdo con el manejo técnico del cultivo, los insumos utilizados aparte de la semilla como insumo principal y que ya está contemplada en el establecimiento del cultivo, se requerirá el uso de productos de control de plagas (insecticidas), control de malezas (herbicidas), control de enfermedades (fungicidas-bactericidas) y fertilizantes de aplicación foliar y granulado al suelo, además de los implementos de amarre de rollos de culantro indispensables para la etapa de cosecha.

El costo total por módulo se detalla en el cuadro 31.

Cuadro 31. Costo de insumos y materiales en el mantenimiento del cultivo

Rubro (balance de insumos)	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Módulo A área: 45,6 m ²				
RAIZATE 24 SL LITRO (RT)	cc	18	¢10	¢179
AFALON 45 SC 500ML	cc	5	¢18	¢84
DURSBAN 48EC LITRO	cc	18	¢8	¢137
AGROMART CLORPIRIFOS 5GR 15KG	g	342	¢1	¢403
RIZOLEX 50% PM 500GR	g	365	¢27	¢9 838
VITAVAX 40 WP 500 GRS	g	5	¢22	¢99
Fertilizante (12-24-12)	kg	3	¢417	¢1 142
NUTRIL. MICROPLEX 200 GR(G)	g	46	¢17	¢783
NUTRILATO 20-20-20 KILO(G)	g	27	¢3	¢93
Ligas para amarre	caja	502	¢1	¢295
Cantidad de módulos		25	<i>Subtotal:</i>	¢13 053
				<i>Total, módulos A:</i> ¢326 318
Módulo B área: 60,8 m ²				
RAIZATE 24 SL LITRO (RT)	cc	24	¢10	¢238
AFALON 45 SC 500ML	cc	6	¢18	¢112
DURSBAN 48EC LITRO	cc	24	¢8	¢183

Rubro (balance de insumos)	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
AGROMART CLORPIRIFOS 5GR 15KG	g	456	¢1	¢537
RIZOLEX 50% PM 500GR	g	486	¢27	¢13 117
VITAVAX 40 WP 500 GRS	g	6	¢22	¢133
Fertilizante (12-24-12)	kg	4	¢417	¢1 523
NUTRIL. MICROPLEX 200 GR(G)	g	61	¢17	¢1 044
NUTRILATO 20-20-20 KILO(G)	g	36	¢3	¢123
Ligas para amarre	caja	669	¢1	¢393
Cantidad de módulos		6	<i>Subtotal:</i>	¢17 404
				<i>Total, módulos B:</i> ¢104 422
Módulo C área: 70,3 m ²				
RAIZATE 24 SL LITRO (RT)	cc	28	¢10	¢275
AFALON 45 SC 500ML	cc	7	¢18	¢130
DURSBAN 48EC LITRO	cc	28	¢8	¢212
AGROMART CLORPIRIFOS 5GR 15KG	g	527	¢1	¢621
RIZOLEX 50% PM 500GR	g	562	¢27	¢15 166
VITAVAX 40 WP 500 GRS	g	7	¢22	¢153
Fertilizante (12-24-12)	kg	4	¢417	¢1 761
NUTRIL. MICROPLEX 200 GR(G)	g	70	¢17	¢1 207
NUTRILATO 20-20-20 KILO(G)	g	42	¢3	¢143
Ligas para amarre	caja	773	¢1	¢454
Cantidad de módulos		6	<i>Subtotal:</i>	¢20 123
				<i>Total, módulos C:</i> ¢120 738
Módulo D área: 79,8 m ²				
RAIZATE 24 SL LITRO (RT)	cc	32	¢10	¢313
AFALON 45 SC 500ML	cc	8	¢18	¢147

Rubro (balance de insumos)	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
DURSBAN 48EC LITRO	cc	32	¢8	¢240
AGROMART CLORPIRIFOS 5GR 15KG	g	599	¢1	¢705
RIZOLEX 50% PM 500GR	g	638	¢27	¢17 216
VITAVAX 40 WP 500 GRS	g	8	¢22	¢174
Fertilizante (12-24-12)	kg	5	¢417	¢1 999
NUTRIL. MICROPLEX 200 GR(G)	g	80	¢17	¢1 370
NUTRILATO 20-20-20 KILO(G)	g	48	¢3	¢162
Ligas para amarre	caja	878	¢1	¢516
Cantidad de módulos		3	<i>Subtotal:</i>	¢22 842
			<i>Total, módulos D:</i>	¢68 527

Costo total insumos en ciclo de producción **¢620 004**

Fuente: Elaboración propia

El costo final de los insumos contempla un IVA del 1%, según el Reglamento del Régimen especial para el sector agropecuario y modificaciones a otros reglamentos”, (Decreto No. 41943-H-MAG).

8.8. Resumen de inversiones

El proyecto de implementación del sistema de cosecha de agua mediante la técnica de sistema de captación externa por medio de reservorios no solamente involucra la inversión en el sistema de captación, sino que al permitir sembrar la parcela totalmente, genera otras inversiones que están asociadas a la infraestructura nueva en macro túneles para la producción de culantro castilla en ambiente controlado y proceso de cosecha del producto. Al respecto en el cuadro 32 se presenta un resumen del requerimiento de inversión inicial para llevar a cabo el proyecto.

Cuadro 32. Resumen del costo de inversión para el Sistema de Cosecha de agua y la infraestructura general de Macro-túneles

Cuadro de inversiones iniciales	
<i>Preparación del terreno</i>	
Rubro	Costo
Alquiler de maquinaria	¢76 500
<i>Módulos Macro-túneles:</i>	
Rubro	Costo
Infraestructura	¢5 410 294
Mano obra	¢400 051
Total, instalación módulos	¢5 810 344
<i>Sistema SCALL:</i>	
Rubro	Costo
Infraestructura (materiales y mano obra)	¢31 522 158
Sistema de riego	¢1 375 641
Total, de instalación SCALL	¢32 897 799
<i>Equipo postcosecha:</i>	
Rubro	Costo
Balanza electrónica (2 unidades)	¢243 677
<u>Inversión mitigación conservación suelos</u>	
Rubro	Costo
Materiales	¢34 719
Mano de obra	¢5 326
Costo total instalación barreras	¢40 045
Total, inversión inicial:	¢39 068 365

Fuente: Elaboración propia

8.8.1. Resumen de reinversiones en infraestructura

Tal como lo establece Sapag y Sapag (2008), es importante proyectar las reinversiones de reemplazo de algunos de los activos fijos los cuales está en función de la estimación de la vida útil de estos o por ampliación de capacidad del proyecto. En el caso del proyecto de

implementación del sistema de cosecha de agua y de la operación de la producción de culantro castilla mediante sistemas de ambiente controlado en Macro-túneles, el cuadro 33 muestra la estimación del periodo de vida de algunos de los activos relevantes para la operación del proyecto:

Cuadro 33. Vida útil de los principales activos del proyecto

Inversiones en activos fijos	Años de vida útil
Estructura de Macro-túneles	10
Sistema de captación de agua (SCALL)	15
Sistema de riego (goteo)	7
Balanza electrónica	10

Fuente: Ley del impuesto sobre la renta Decreto No. 18455-H

En el caso de la estructura de los Macro-túneles los tubos que lo componen son galvanizados y el distribuidor garantiza más de 10 años en que el metal no sufrirá ningún deterioro considerable, sin embargo, algunos componentes de las estructuras si deben de sustituirse dado que si están a un nivel de alta exposición de la variación de clima y temperatura y al respecto los materiales son:

- Plástico: cuenta con una vida media de 5 a 6 años.
- El alambre de tensión: el cual también se estaría sustituyendo en el año 6.
- La madera: ésta cuenta con un revestimiento especial (protección) que ayuda a que pueda perdurar por mucho más tiempo en alrededor de 5 años retrasando el proceso de pudrición.

Con respecto al equipo de riego, éste cumple su ciclo de vida útil a los 7 años, por lo que es conveniente hacer el reemplazo en ese año con el fin de no disminuir la eficiencia en el riego.

Luego los dos equipos de balanzas electrónicas para el pesaje de los rollos de culantro durante la cosecha del producto llegan a su fin de ciclo de vida en 10 años y, por lo tanto, se plantearía el reemplazo de ambos equipos a principios del año 10.

Finalmente, las estructuras correspondientes a las medidas de mitigación para conservación de suelos y control de erosión (barreras de silt fence), estarían sujetas a un acelerado deterioro por exposición al ambiente y daño mecánico (arrastre de material por escorrentía) tomando como referencia la especificación técnica del distribuidor, se harían las sustituciones del material en los años 3, 6 y 9.

Cabe indicar que con el sistema de captación de agua llovida (SCALL), toda la estructura no requerirá ningún tipo de sustitución dentro del ciclo de vida de 10 años del proyecto.

Con base en la información anterior, es importante proyectar en el horizonte del proyecto el costo de reemplazo de algunos de los activos que por condiciones de exposición de los materiales al ambiente se van degradando paulatinamente hasta que llega un punto en que pueden afectar el rendimiento en la producción por obsolescencia.

Por tanto, para la puesta en operación del proyecto se hizo una evaluación de cuales componentes de infraestructura se verían sujetos a reinvertir durante los 10 años de ciclo de proyecto.

Al respecto se determinó que son cuatro activos del proyecto que requerirán la inversión en reemplazo de estructuras o equipos los cuales se detallan en el calendario de reinversión que se muestra en el cuadro 34.

Cuadro 34. Calendario estimado de reinversión en estructuras y equipos durante la operación del proyecto.

Costo de Reemplazo de Materiales de Estructuras y Equipos										
Tipo de estructura/Año:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>1-Macro-túneles</i>										
Plástico						¢1 683 923				
Madera						¢345 788				
Alambre tensión						¢822 119				

Costo de Reemplazo de Materiales de Estructuras y Equipos

Total, materiales

¢3 279 604

2-Sistema riegoEquipamiento
completo

¢1 623 257

3- Balanzaelectrónica

¢302 159

4-Conservaciónde suelos

Barrera de

geotextil

(mitigación)

¢42 447

¢46 051

¢52 635

 Fuente: Elaboración propia

Los montos de reinversión están calculados con un porcentaje de incremento anual del 3% (con referencia a la tasa de inflación proyectada por el Banco Central de Costa Rica para el año 2021).

9. Marco legal que regula el recurso hídrico en Costa Rica y dimensión organizacional del proyecto

9.1. Antecedentes del Marco legal del recurso hídrico

El marco jurídico en la gestión del agua en Costa Rica se remonta aproximadamente 132 años, pasaron 63 años después de la proclamación de la independencia en 1821 para que se elaborara la primera Ley de Aguas No. XI la cual fue promulgada el 26 de mayo de 1884, esta ley estaba enfocada en el modelo agroexportador del Café en donde se incluyó el régimen de concesiones de las aguas públicas dado por el Poder Ejecutivo de la época y acorde con la corriente liberal de la época ejerció una regulación limitada sobre el recurso hídrico, (Alvarado, 2003).

Años más tarde en 1921, con el Código Civil, se crean las áreas de protección que incluyen un diámetro de 100 o 200 metros cuando la fuente de agua es aprovechada para el consumo humano y de 5 metros a lo largo de los cursos de ríos y quebradas, (Astorga, 2016).

En el año 1923, se crea la Ley de inspección Cantonal de Aguas No. 15, se promulgó en la fecha del 11 de mayo, en la cual se atribuía la generación de una especie de policía de las aguas cuyos funcionarios se denominaban “juez de aguas” quien supervisaba la utilización de agua en procesos productivos y cambios socioculturales, posterior a la Primera Guerra Mundial, además de resolver las diferencias y conflictos entre particulares por el uso de aprovechamiento de aguas y reclamación de servidumbres, (Alvarado, 2003).

El 29 de octubre de 1941, se aprueba la Ley de Agua Potable No. 16 que define en su artículo 1 que todas las aguas de aprovechamiento poblacional son de dominio público y en donde introduce algunas zonas de protección forestal en terrenos de infiltración y fuentes aprovechadas para consumo humano, (Astorga, 2016).

El 27 de agosto de 1942 se emite la nueva Ley de Aguas No. 276 en la cual se amplían las aguas de dominio público (Subterráneas y superficiales) sin embargo, aún quedaban algunas fuentes de dominio privado. En esta ley se establece como entidad rectora al

Servicio Nacional de Electricidad (SNE), se establece el cobro por aprovechamiento del agua, que representa un tipo de canon de concesiones y finalmente crea la figura de Sociedad de Usuarios de Agua (SUA), las cuales funcionarían como entidades privadas para riego, además se crean las áreas de protección de manantiales y se incluyen sanciones y delitos, (Astorga, 2016).

Con la fundación de la Segunda República de Costa Rica, mediante decreto-Ley No. 49 del 08 de abril de 1949 se crea la Ley constitutiva del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), cuya función es desarrollar, ejecutar, producir y comercializar todo tipo de servicios públicos de electricidad y telecomunicaciones, por tanto, se inicia un proceso de inversión en infraestructura y generación de información científica para la planificación del crecimiento de la demanda de energía, en el cual está intrínsecamente implicada el agua. Con ello se inició con estudios permanentes de caudales en las corrientes, un sistema de división del territorio en cuencas hidrográficas y la declaración oficial de reservas hidráulicas, (Alvarado, 2003)

El 18 de setiembre de 1953 se promulga la Ley General de Agua Potable No. 1634, esta ley reemplazó a la de 1941, y con esta ley se le dio mayores potestades al Ministerio de Salud para administrar los acueductos y dictarles normas a las municipalidades. Es importante detallar que con esta ley el Ministerio de Salud legisló sobre la relación propietario-inquilino con relación al agua de la propiedad, (Alvarado, 2003).

Según Alvarado (2003), el crecimiento acelerado de la población en la segunda mitad del siglo XX, sumado a la carencia de estándares novedosos en lo concerniente a acueductos y al alcantarillado, hizo que las municipalidades y las juntas adscritas al Ministerio de Salud no pudieran satisfacer la administración del recurso hídrico, por tanto, el 14 de abril de 1961 se crea la Ley Constitutiva del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AYA) No. 2726. Con esta ley la política del gobierno con respecto al sector hídrico fue unificar progresivamente la administración de los acueductos y alcantarillados en una institución regente.

En el año de 1973 se promulga la Ley General de Salud No. 5395, en la cual establece derechos tales como el acceso a agua potable en las viviendas, obligaciones tales como contribuir con la promoción y mantenimiento del medio ambiente y prohibiciones como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, (Alvarado, 2003).

A raíz de la poca atención que las leyes anteriores le dieron a las aguas subterráneas, se crea el 17 de diciembre de 1973 la Ley Constitutiva del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas (SENAS), dicha institución será la encargada de la investigación y brindar los servicios hidrogeológicos e hidrológicos que además asesoraría a los organismos del Estado sobre los asuntos pertinentes a las leyes de agua y particularmente a aguas subterráneas y los conceptos técnicos necesarios, (Alvarado, 2003).

Con la promulgación del código de Minería en 1982, se establece que todas las aguas continentales y marinas son de dominio público, esto posteriormente fue ratificado en la creación de la Ley Orgánica del Ambiente de 1995 y con la creación de la Ley Forestal No. 7575 del 16 de abril de 1996 quedan establecidos los retiros de zonas de protección de los cuerpos de agua de dominio público en cuyas áreas queda prohibido talar árboles, (Astorga, 2016).

Con la crisis económica de finales de los años setenta producto del agotamiento del modelo de desarrollo de sustitución de importaciones y la crisis de deuda externa en América Latina, se impulsó el programa “Volvamos a la Tierra” el cual es parte del nuevo modelo económico basado en un Plan de Ajuste Estructural (PAE), en donde se iban a concentrar esfuerzos en la exportación de productos no tradicionales (frutales, flores, plantas ornamentales y otros) con lo cual uno de los insumos fundamentales para este modelo de producción agrícola es el agua.

A raíz de esta situación se promulgó la Ley del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), No. 6877 de 29 de julio de 1983, en dicha ley se refundió el Departamento de Riego (SNE) y el Servicio el Servicio Nacional de Aguas

Subterráneas (SENAS) en una sola institución que dio origen al SENARA, el cual es un órgano adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), (Alvarado, 2003).

En las décadas de 1990 y 2000 surgieron leyes y órganos institucionales que tendrían una influencia importante con el manejo y protección del recurso hídrico, reafirmando de forma más concreta el marco legal de su conservación y las reglas para su explotación. Al respecto se tiene la siguiente cronología, (Cortés et al, 2014):

- 1990, en este año se crea el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas MIRENEM (Ley, 7152 art. 4).
- 1992, Se crea la Ley de Vida Silvestre (Ley, 7317), el cual fortalece al Sistema Nacional de Áreas de Conservación, entre sus alcances es penalizar la contaminación de aguas.
- 1995, Se crea la Ley Orgánica del Ambiente (Ley 7554), se transforma el MIRENEM en el Ministerio del Ambiente y Energía y con ellos otras dependencias tales como los Consejos Regionales Ambientales, Tribunal Ambiental Administrativo y la Contraloría Ambiental, con estos órganos se refuerza el carácter de dominio público del agua.
- 1996, se promulga la Ley Forestal 7575 y con ella la Oficina Nacional Forestal y Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. En este mismo año la Ley 7593 transforma el Servicio Nacional de Electricidad en la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos ARESEP y traslada el Departamento de Aguas del SNE al MINAE.
- 2000, Mediante decreto No. 29238 se crea la Red Nacional de Cuencas hidrográficas.
- 2002, Con el decreto No. 30480, se fijan los principios que regula la política nacional hídrica.
- 2005, Mediante decreto ejecutivo No. 32868, se crea el Canon por concepto de aprovechamiento de aguas.

En años recientes a este marco legal que regula el manejo del recurso hídrico en el país, se han sumado otros instrumentos de gestión:

- Estrategia para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en el 2006.
- Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en el 2014.
- Agenda del Agua 2013-2030.

9.1.1. Instituciones vinculadas con la gestión del recurso hídrico

En Costa Rica, el recurso hídrico está regulado por una serie de leyes y reglamentos que otorgan competencias a varias instituciones, cuyas funciones se dividen en los siguientes campos de gestión, (Cortez et al, 2014):

- Sistemas de agua potable y saneamiento
- Protección del recurso hídrico
- Investigación del recurso hídrico
- Usos del agua

En el siguiente cuadro se sintetizan las instituciones y sus ámbitos de gestión con el recurso hídrico:

Cuadro 35. Instituciones y gestión con el recurso hídrico

Gestión	Instituciones	Competencias
- Sistemas de agua potables	ICAA, ASADAS, AM, ESPH, ARESEP	Regulación del servicio.
- Sistemas de saneamiento	MINSA	Control de calidad y normas para contaminación.

Gestión	Instituciones	Competencias
Protección del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • MINAE • ONF • ICE • ICAA • MINSA • ESPH • JASEC • SENARA • MAG • INCOPECA • SNG 	<ul style="list-style-type: none"> - Rectoría en gestión del agua y definición de políticas nacionales en la materia. - Protección del recurso hídrico mediante conservación de los recursos forestales. - Conservación de los recursos hidráulicos del país. - Protección de cuencas hidrográficas y prevención de contaminación del agua. - Vigilancia y control del cumplimiento de la normativa de salud (calidad y contaminación del agua) - Conservación y protección de los recursos naturales y fuerzas hidráulicas en la región de Heredia - Protección del recurso hídrico de la región de Cartago - Protección del recurso hídrico - Conservación de los recursos del suelo y agua - Protección y vigilancia de los recursos acuícolas - Vigilar las aguas marítimas, territoriales e interiores del Estado costarricense

Gestión	Instituciones	Competencias
Investigación del recurso hídrico	ICE, MINAE, ICAA, SENARA, IMN	Investigación del recurso hídrico e investigación de la hidro meteorología.
Usos del agua	<ul style="list-style-type: none"> • ICE, ESPH, JASEC • SENARA • Dirección de Aguas • ICAA, ESPH, AM, ASADAS • MINSA 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerzas hidráulicas (producción de energía) • Riego, regulación de usos industriales, agrícolas y residenciales. • Rectoría y regulación • Acueductos y aguas residuales • Regulación

Fuente: Elaboración propia, según Cortez et al, (2014).

9.1.2. Tramitología para uso y aprovechamiento de fuentes de agua

El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), es la institución que administra el recurso hídrico y a su vez lleva a cabo la regulación y registro de los usos del agua. Por medio del departamento de Dirección de Aguas cuyo órgano adscrito a esta cartera, es el encargado de otorgar los permisos de exploración y aprovechamiento de fuentes de agua tanto subterráneas como superficiales (de dominio público).

Las personas físicas o jurídicas pueden solicitar el permiso para aprovechamiento de agua ya sea subterránea o superficial para sus diferentes actividades (agrícola, pecuaria, industrial, residencial entre otros), el trámite utiliza un mismo formulario (DA-GRH-0021) en el cual se especifican todos los requisitos que el interesado debe cumplir para llegar a obtener la concesión de agua.

9.1.2.1. Requisitos y proceso para permiso de perforación y aprovechamiento de agua

Para presentar la solicitud del permiso para perforación y concesión de aguas subterráneas los requisitos que solicita la entidad son:

- Presentar el formulario de solicitud de perforación y/o concesión para aprovechamiento de aguas, lleno con letra legible o impresa (Ley de Aguas, artículo 178).
- Adjuntar los siguientes documentos:
 - Certificación literal de propiedad (Registral o Notarial) del terreno en que se aprovechará el agua, con menos de tres meses de expedida.
 - Certificación de personería jurídica (Registral o Notarial), con menos de tres meses de expedida, cuando la solicitante sea persona jurídica. (Ley de Aguas, Artículo 178 inciso a).
 - Plano catastrado legible, en que se marque la toma (Ley de Aguas, artículo 178 inciso h, Decreto 35884-MINAE)
 - Para Concesión de pozo perforado con permiso, copia legible del Informe de Perforación. (Decreto 35884-MINAE)
 - Viabilidad ambiental de SETENA. Si solicita CONCESIÓN, podrá presentar constancia de que la tiene en trámite, pero deberá presentar la Viabilidad antes de dictarse la resolución final. Si solicita Permiso de Perforación presentará la Viabilidad posteriormente, cuando se le notifique sobre la publicación del edicto. (Ley Orgánica Ambiente, artículo 17, Decreto No. 32734-MINAET-S-MOPT-MAG-MEIC, Voto 2019-2009 de la Sala Constitucional)
 - En caso de estar registrado como patrono ante la CCSS, se verificará que esté al día con las cuotas obrero-patronales. (Ley de la CCSS, artículo 74, inciso a)
 - Se verificará que esté al día con sus obligaciones fiscales ante el Ministerio de Hacienda. (Art. 18 bis. Ley No. 4755)

Procedimiento para seguir con la solicitud de perforación:

A la persona física o jurídica una vez que le fue recibido el formulario de solicitud de perforación y concesión de agua junto con los documentos antes mencionados y que no exista ninguna situación a subsanar, la entidad procede a asignarle un número de expediente y paso seguido da audiencia al SENARA y al AYA, cuyas respuestas son notificadas al solicitante sobre cualquier subsanación que deba efectuar. Dirección de Aguas efectúa una inspección a la propiedad, el funcionario correspondiente elabora un informe de la visita y posterior esto se emite un oficio resolviendo la solicitud y notifica al interesado.

Luego de la notificación de Dirección de Aguas, la empresa perforadora debe presentar el informe final de perforación y al respecto si cumple con los requerimientos, continuará con la solicitud de concesión.

Procedimiento para seguir con la solicitud de Concesión:

El solicitante deberá publicar el edicto en el Diario Oficial La Gaceta, que podrá efectuar presencialmente en la Imprenta Nacional o en línea. Se otorgan 30 días a partir de la publicación del edicto para recibir oposiciones, las que se atenderán según el debido proceso y se resolverán en la resolución final.

En el caso específico para el aprovechamiento de aguas superficiales se deberá indicar:

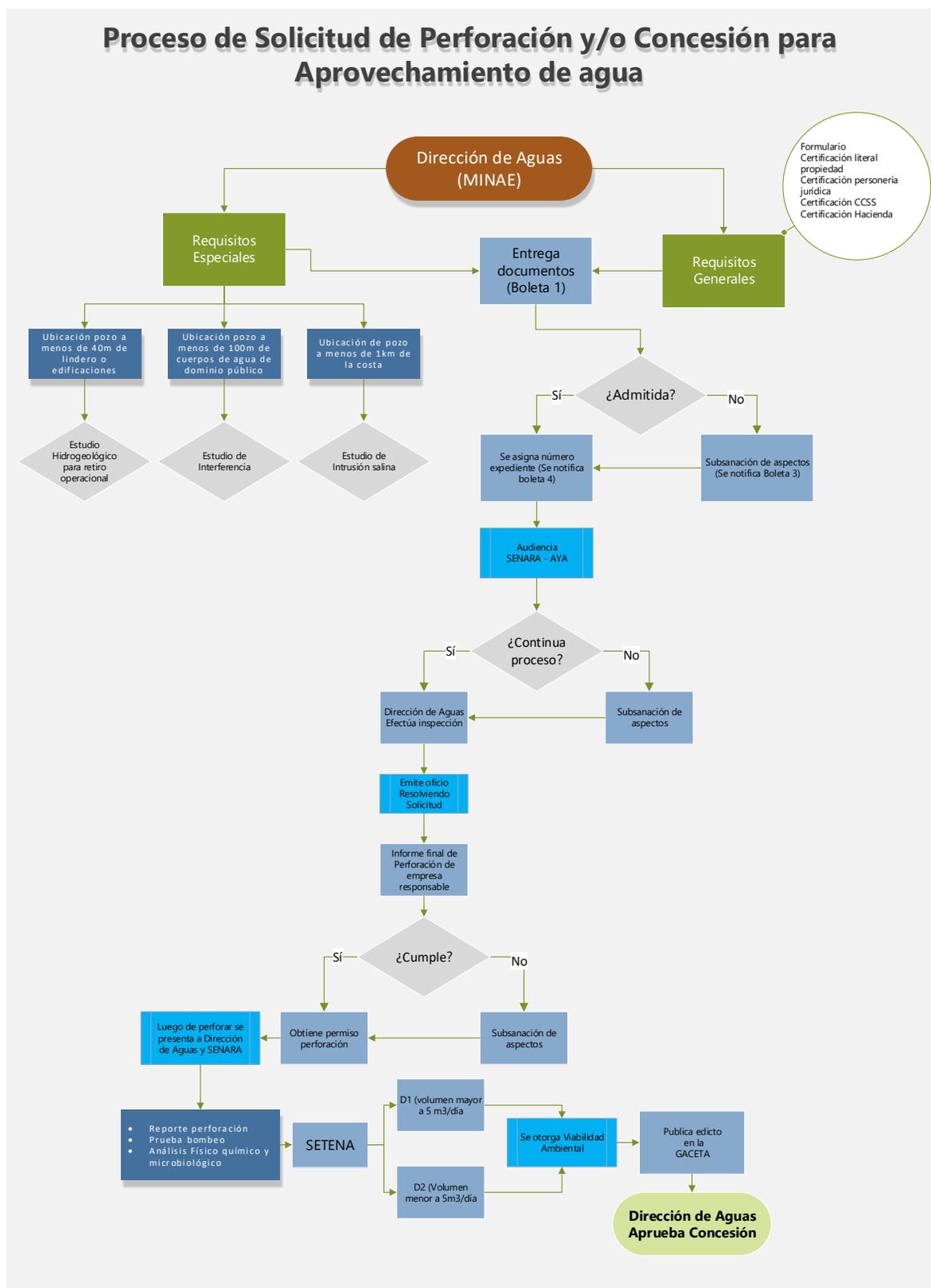
- Tipo de fuente
- Nombre de la fuente
- Caudal solicitado
- Sistema de coordenadas (CRTM05)
- Cantidad de tomas

El portal de la página web de Dirección de Aguas del MINAE, cuenta con un Manual de usuario y perfil del solicitante para los trámites que se deben realizar para el aprovechamiento de aguas subterráneas, esta modalidad se denomina plataforma

Sipeco y en dicha plataforma se pueden realizar los trámites respectivos para las siguientes modalidades de solicitud de aprovechamiento:

- Solicitud de concesión de agua subterránea con nueva perforación artesanal.
- Solicitud de concesión de agua subterránea con nueva perforación de aprovechamiento.
- Solicitud de concesión de agua subterránea con nueva perforación piezómetro.
- Solicitud de concesión de agua subterránea en pozo existente.
- Solicitud de traspaso de una concesión de aprovechamiento de agua.
- Solicitud de ajuste en concesión de aprovechamiento de agua.
- Solicitud de renovación de aprovechamiento.
- Solicitud inscripción de pozo artesanal.
- Actualización de datos de aguas subterráneas.
- Solicitud de constancia especial.

9.1.2.2. Diagrama de flujo del proceso de concesión y aprovechamiento de un pozo



Fuente: Elaboración propia

9.1.2.3. Marco legal para aprovechamiento de agua pluvial

De acuerdo con el artículo 4 de la Ley de Aguas, las aguas pluviales que caen en un terreno de dominio privado y discurren por él, pertenecen al dueño del terreno. En consecuencia, el dueño podrá construir dentro de su propiedad cualquier estructura para recolectarlas para su aprovechamiento siempre y cuando no cause un perjuicio al público ni a terceros.

9.2. Tipo de empresa a establecerse en el proyecto

De acuerdo con Sapag y Sapag (2008), todo proyecto debe cumplir con las exigencias y normativas que conforman el ordenamiento jurídico y social. El estudio de estas exigencias conlleva necesariamente a identificar inversiones y costos que podrían afectar el flujo de caja.

Con la promulgación de la Ley No. 9635 del 3 de diciembre del 2018, (La Gaceta No. 202, 2019), denominada “Ley de Fortalecimiento de las Finanzas Públicas” reformó de manera integral el sistema de imposición sobre las ventas y migró a un nuevo marco normativo denominado Ley del Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA), cuyo alcance incorpora a la Canasta Básica Tributaria, y en la cual algunos de los productos agrícolas frescos sin ninguna preparación, tal es el caso del culantro castilla, están gravados con la tarifa reducida del 1% (IVA).

Esta situación generó la necesidad de que las personas físicas o jurídicas que se dediquen a la producción agrícola estén certificadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería a través del registro de su actividad mediante el Sistema de Registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería para certificar la condición de pequeño y mediano productor agropecuario (PYMPA), con ello todos los contribuyentes que se encuentren incluidos en dicho registro podrán adquirir todos los bienes y servicios vinculados directa y exclusivamente a sus operaciones de Canasta Básica Tributaria con una tarifa reducida del 1%, tal como lo establece el artículo 3 del Decreto 41824-H-MAG del 25 de junio del 2019, en el “Reglamento de insumos agropecuarios y veterinario, insumos de pesca no deportiva y conformación de registro de productores agropecuarios”.

Con base al artículo 9 del Decreto Ejecutivo 37911-MAG, en donde se establecen los parámetros de tamaño de finca para la determinación de pequeño y mediano productor agropecuario, la parcela en estudio para la implementación de la tecnología de cosecha de agua, se clasifica como una finca de uso para producción de hortalizas y legumbres grupo 2, debido a que su principal actividad será la producción de culantro castilla y su área de producción al ser menor de 1ha, se cataloga como pequeño productor, (PYMPA-MAG).

El productor de la finca en estudio al optar por certificarse como PYMPA podrán tener beneficios tales como:

- Exención al pago del Impuesto al Valor Agregado para los arrendamientos de PYMPA con montos menores a 1,5 salarios base, (art.8 inciso 10 de la ley 9635 y art.11 No.5, inciso C, Ley del IVA (decreto 41779)).
- Exoneración del pago del Impuesto a las Personas Jurídicas establecido en la Ley 9428, art. 16.
- Valoración del impuesto de Bienes inmuebles para terrenos de Uso Agropecuario con base en lo establecido en la Ley 9071.
- Dispensa de la prueba para el control de emisiones en RTV a los vehículos de los Pequeños y Medianos Productores Agropecuarios, según el art. 3 del DE-30709-MAG-MOPT.
- Tarifa diferenciada para el registro de pozos de los Pequeños y Medianos Productores Agropecuarios (PYMPA), según acuerdo No. 6009-SENARA:
 - Registro de pozos de medianos productores, el valor es ¢132 275.
 - Registro de pozos de pequeños productores, el valor es ¢66 137.
 - Registro de pozos de cualquier otro registrante, el valor es ¢264 551.
- Trámite de Permisos para realizar quemas agrícolas (según lo dispuesto en el Decreto No. 35368-MAG-S-MINAE).
- Prioridad a la hora de distribuir ayudas provenientes de las Emergencias.

- Pagar con una base ajustada al salario durante los primeros 4 años de vida del PYMPA con una tasa reducida y con progresividad de aplicación con base en el “Reglamento para la aplicación de la Base Ajustada al Salario para Microempresas en el seguro de Salud”. Las condiciones para este beneficio son:
 - Máximo de 5 trabajadores.
 - Periodo del incentivo es de 4 años.
 - No tener deudas pendientes con la CCSS.
 - Estar certificado como PYME o PYMPA.

9.2.1. Organización legal del proyecto

La actividad productiva que se desarrollará en la finca bajo estudio operará bajo la figura de persona física e inscrito como contribuyente en el Registro Único Tributario bajo el régimen especial regulado por el “Reglamento del Régimen especial para el sector agropecuario y modificaciones a otros reglamentos”, (Decreto No. 41943-H-MAG).

Consta de una estructura organizacional sencilla, en el cual el propietario de la parcela tiene las funciones de dirigir el negocio y a la vez desempeñar labores productivas en la operación de esta.

Dentro de la estructura operacional de la finca se estará contando con un mínimo de personal de forma permanente, el cual estará contratado cumpliendo con el marco legal de la seguridad social y del Ministerio de Trabajo acorde con el tipo de actividad.

Por otro lado, la implementación de la técnica de cosecha de agua requerirá la contratación de servicios ocasionales de jornaleros para tareas específicas para la instalación de la infraestructura necesaria para esta tecnología, así como para el establecimiento del cultivo, para efectos de registro fiscal de estos servicios estarán acorde con lo estipulado en el artículo 33, Cap. VI del Decreto No. 41943-H-MAG.

Otros servicios esenciales para la operación del proyecto son la contratación de servicios contables, diseño de la infraestructura a instalar para la técnica de cosecha de agua y gestión de permisos y trámites los cuales serán contratados bajo la modalidad de servicios profesionales.

9.2.1.1. Uso del suelo

El uso del suelo para la zona del distrito de Potrero Cerrado se rige conforme al Plan regulador vigente para el Cantón de Oreamuno el cual está vigente desde su publicación en el diario Oficial La Gaceta No. 64 del 02-04-2014.

En el caso de la parcela en estudio, su actividad ha sido durante muchísimas décadas dedicada a la agricultura y cuyo uso del suelo no ha cambiado. Según el capítulo 3 del reglamento del Plan Regulador de Oreamuno referente al certificado del uso del suelo, en el artículo 15, indica que los certificados de uso del suelo otorgados antes de la entrada en vigor del Plan Regulador mantendrán su validez, siempre y cuando la actividad o uso certificado como conforme se haya desarrollado o explotado antes de la entrada en vigor del Plan Regulador.

En los casos de actividades nuevas que se generen después de la entrada en vigencia del Plan Regulador se tendrán que someter a las regulaciones que contemple, por ejemplo para actividades agropecuarias es obligatorio contar con la Licencia agropecuaria la cual es el permiso oficial que extiende la Municipalidad para autorizar la actividad agrícola, tomando en consideración los criterios de conservación de suelo y manejo de aguas pluviales, las cuales constituyen las “Buenas Prácticas Agrícolas” establecidas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

9.2.1.2. Tramitología ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)

Conforme al Decreto Ejecutivo No. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC y sus reformas, consta en el artículo 4 del capítulo II, que actividades, obras o proyectos de muy bajo impacto ambiental, no deberán tramitar ante SETENA una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Entre ellas se indican:

- Las actividades en operación que requieran renovar sus permisos ante otras autoridades de la administración pública, como el Ministerio de Salud, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y las Municipalidades entre otros.
- Las actividades, obras o proyectos de mejora, reconstrucción y reparación, que se ejecuten en infraestructura pública o privada y las obras menores definidas en las disposiciones Municipales, siempre y cuando no se encuentren localizadas en un área ambientalmente frágil, no impliquen obras constructivas mayores a los 500 m² o movimientos de tierra superiores a los 200 m³, ni manipulen, almacenen o trasieguen productos peligrosos.
- La construcción y operación de edificaciones de menos de 500 m² y los proyectos de construcción de edificios industriales y de almacenamiento cuando no tengan relación directa con su operación de menos de 1 000 m², siempre y cuando estas obras se ubiquen en un área con uso de suelo conforme a lo dispuesto en la planificación local y no se encuentren en un área ambientalmente frágil.

De acuerdo con lo anterior, la actividad productiva en la parcela no requiere trámite de EIA como tal, puesto que es una actividad ya existente y cuyo uso del suelo no ha variado y en donde el área de terreno ya fue impactada desde hace mucho tiempo. Entre otros elementos que justifican esto se encuentra la ausencia de áreas ambientalmente frágiles dentro del sitio y en los alrededores colindantes.

Con respecto a la implementación del sistema de captura de agua de lluvia (SCALL), el volumen de movimiento de tierra a realizar para generar el reservorio en caso de que llegue a superar los 200 m³, entonces entra en la categoría “C” en la cual se clasifican los proyectos u obras de muy bajo impacto potencial y cuyo trámite en SETENA amerita la presentación de un formulario denominado D2 para optar por la licencia ambiental para esta actividad.

La elaboración de este formulario no requiere de un costo adicional por elaboración de estudios técnicos, así como tampoco obliga al cumplimiento de los instrumentos de control y seguimiento (ICOS) los cuales son:

- Nombramiento de un Regente Ambiental.
- Habilitación de un libro de bitácora ambiental.
- Depósito de garantía ambiental.

Los instrumentos de control y seguimiento ambiental solo se aplican para proyectos u obras cuyas categorías son A y B y cuya licencia ambiental se tramita a través del formulario D1. Sin embargo, la presentación del formulario D2 para tramitar la viabilidad ambiental eventualmente puede contemplar un costo de elaboración por parte de un consultor ambiental y además el costo de revisión por parte de SETENA cuyo monto ya está fijado por reglamento.

Los costos correspondientes al trámite en la Secretaría técnica Nacional Ambiental (SETENA) se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 36. Costos en trámite de licencia ambiental mediante formulario D2

Rubro	Costo	IVA	Total
Pago revisión SETENA	¢37 612	13%	¢42 502
Honorarios consultores	¢250 748	13%	¢283 345
Total			¢325 847

Fuente: ECO I ECO S.A. (2021)

9.2.1.3. Costos asociados al establecimiento del sistema de captación de aguas llovidas (SCALL)

De acuerdo con la evaluación hecha en el estudio técnico acerca del tipo de Sistema de captación para agua llovida a implementar, fue necesario la elaboración de un estudio hidrológico hecho por un profesional en este campo para determinar el diseño hidráulico del sistema, así como para calcular el porcentaje que se puede captar de agua llovida, al

respecto esto representa un costo asociado junto con los trámites de permisos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 37. Costos de trámite municipal que se requieren para realizar los reservorios del sistema de captación de agua llovida

Rubro	Monto
Permisos (mov. Tierras, construcción)	¢1 394 786
Estudios y diseño (SCALL)	¢5 241 887
Total: ¢6 636 673	

Fuente: Elaboración propia, (Estudio técnico)

10. Análisis ambiental

10.1. Dimensión Ecológica

Según Martínez (2009), la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola se refiere a la capacidad del sistema de mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales. El concepto de dimensión ecológica se refiere a la sustentabilidad en función de proteger los recursos naturales necesarios para la seguridad alimentaria y energética y que estos se puedan usar sosteniblemente en el tiempo para satisfacer el aumento del crecimiento demográfico.

Por su parte Calvente (2007), menciona que “*Sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas*”.

En la parcela donde se desarrolla el presente estudio, se cuenta con condiciones positivas para desarrollar un plan de captación de agua llovida cuyo objetivo es abastecer una gran parte las necesidades de agua en las diversas actividades agrícolas durante los meses más secos (enero-abril). La ubicación de la propiedad cuenta con condiciones que favorecen la implementación de un sistema de cosecha de agua (SCALL) tales como:

- Promedio de precipitaciones durante los meses más lluviosos (mayo-diciembre) de 1 535 mm/m² (*según registros de los últimos 5 años para la zona de Potrero Cerrado de Oreamuno*).
- Pendiente moderada de no más del 8% en promedio, lo suficiente para aprovechar la pendiente para transporte de agua por gravedad.
- Ausencia de zonas ambientalmente frágiles: nacientes, cuerpos de agua de dominio público, humedales y reservas forestales protegidas de interés público.
- Existencia de techos que permiten una captación suficiente de agua pluvial de una forma más limpia.

10.1.1. Identificación de impactos ambientales en la propiedad

- Consumo de agua

La propiedad supe sus necesidades de agua para la actividad agrícola con agua del Acueducto Rural de la zona, principalmente en los meses más secos del año (enero-abril), en contraste con el periodo de época lluviosa en donde el consumo baja significativamente debido a que se aprovecha más el agua de lluvia para suplir parte del riego. La dependencia del agua de la ASADA en la época seca limita aprovechar toda el área para siembra debido a que el uso es restringido, al respecto la producción de culantro castilla cubre un área menor a 700 m² actualmente y el consumo en promedio durante ese periodo es de aproximadamente 170 m³.

Esta cantidad de agua se utiliza tanto para riego como para las demás actividades asociadas a la producción. El principal impacto ambiental que se identifica es el uso de agua potable que está reservado para consumo humano y que se usa también para riego. Esto no significa que la producción agrícola no requiera de agua limpia para su desarrollo, sin embargo, se podrían explotar fuentes alternativas que igualmente son limpias y aptas para la producción y preservar el recurso hídrico potable para el consumo humano. Si se utiliza una fuente alterna como lo es la cosecha de agua se podría realizar un ahorro del recurso y dejarlo disponible para actividades de primera necesidad. Uno de los riesgos latentes para la continuidad de producción son los eventos naturales producto del cambio climático que deriven en fenómenos tales como una sequía, situación en la que la administración del acueducto rural se vería obligada a tomar medidas de restricción como racionamientos y prohibición en su uso para actividades productivas, dejándola exclusivamente para cubrir las necesidades básicas del consumo humano.

Según la proyección del consumo de agua que se requerirá para suplir el total del área disponible para la siembra de culantro castilla, se necesita un volumen aproximado de 598 m³ para los meses más secos (enero-abril), la cual es una cantidad significativa de agua en una época donde además el recurso se hace más escaso y que no es viable usar la alternativa de la ASADA.

El aprovechamiento del agua pluvial por medio de un sistema de cosecha de agua mediante un reservorio lograría generar un impacto ambiental positivo en la propiedad debido a que el

consumo de agua potable del acueducto se reduciría significativamente principalmente en la época seca en la cual también se genera mayor presión por el consumo de todas las actividades humanas.

Aspectos positivos ambientales derivados de la captación de agua de lluvia:

- Gracias a la estimación con base a las técnicas ingenieriles que se utilizan para la elaboración de estudios hidrológicos se determinó que con el área de techos sumado a la captación de un porcentaje superficial es suficiente para suplir en una alta proporción el requerimiento de agua durante la época seca.
- La captación de techos minimiza la realización de secciones de conducción impermeabilizada sobre el terreno lo que seguirá favoreciendo la infiltración hídrica, el cual es un factor que contribuye a la recarga hídrica de la zona geográfica en general.
- El volumen captado y almacenado de agua llovida implicaría una reducción en la escorrentía superficial neta, el cual vendría a restar el potencial erosivo tanto dentro de la parcela como hacia las propiedades colindantes.

- Impacto potencial de instalar un método SCALL

El proceso de instalación de un método SCALL en la propiedad en estudio conllevará a actividades que podrían generar algunos impactos potenciales durante el periodo de instalación de dichas obras. El terreno ya ha sido dedicado durante décadas a la actividad agrícola, igual que las propiedades colindantes y aledañas, por tanto, no hay impactos directos a elementos del componente biológico tales como cobertura vegetal, forestal, fauna silvestre y zonas de protección. Los impactos identificados son específicamente hacia el componente físico y los elementos que interactúan en él como lo son el suelo, agua y aire.

En el siguiente cuadro se muestran los principales factores identificados:

Cuadro 38. Impactos ambientales identificados y medidas de mitigación producto de la implementación del sistema SCALL

Factor identificado de impacto potencial	Efectos derivados	Medidas de mitigación
Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones potenciales a la atmosfera por presencia de fuente móvil (back hoe) para realizar la excavación para conformar el reservorio. - Emisiones fijas de particulado (polvo). 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar previamente que la maquinaria a utilizar cumpla con las emisiones máximas permitidas. - Los apilamientos de tierra producto de la remoción de suelo para conformar el reservorio deberá de cubrirse temporalmente con un plástico o lona para minimizar la generación de particulado. - Aplicar riego al área de paso de la máquina para control de polvo.
Contaminación del suelo	Derrames de aceite o algún fluido hidráulico generado de la fuente móvil en caso de que ésta no esté en buen estado mecánico, este impacto implica alteración a la biota del suelo y potencialmente contaminación a fuentes	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación previa del estado mecánico del vehículo que realizará el trabajo de conformación del reservorio con el fin de corroborar la presencia de fugas de aceite y aplicar la corrección respectiva. - Contar con un dispositivo antiderrames para atender situaciones imprevistas de

Factor identificado de impacto potencial	Efectos derivados	Medidas de mitigación
	subterráneas por infiltración.	derrames durante la operación del equipo.
Erosión	Arrastre de sedimentos por acción de escorrentía con la consecuente pérdida de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de mecanismos que minimicen el arrastre de sedimentos por medio de protección de apilamientos de tierra producto de la excavación con elementos impermeables como lonas o plásticos. - Protección con barreras de retención de finos en las periferias de la parcela por donde la escorrentía buscaría de forma natural su salida de la propiedad, para atrapar los sedimentos que genere la escorrentía y utilizarlos para incorporarlos al terreno nuevamente, <i>ver figuras 26-29</i>.
Generación de residuos	Producto de actividades puntuales de instalación del reservorio y los trabajos asociados a la adaptación del sistema de captación de techos hacia el área de almacenaje.	<ul style="list-style-type: none"> - Acondicionar estañones como basureros temporales para disponer los materiales de residuos sólidos que genere el proceso de instalación del reservorio y la infraestructura de conexión de techos al sistema.

Factor identificado de impacto potencial	Efectos derivados	Medidas de mitigación
		- Clasificar los materiales que sean valorizables para que puedan ser enviados a reciclaje.

Fuente: Elaboración propia

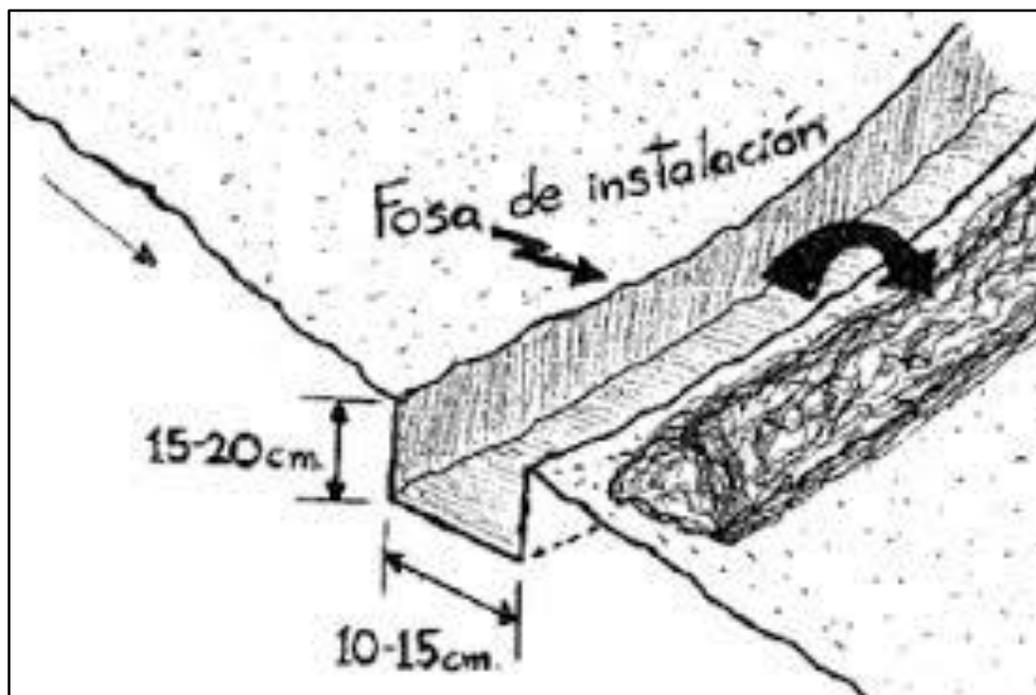
De acuerdo con Prado y Aguilar (2007), es difícil tener una dimensión real de la cantidad de toneladas de suelo que se desplaza anualmente en todo el mundo en forma de erosión por la mala utilización de las tierras o la deforestación de miles de hectáreas de bosques.

Las repercusiones sobre el equilibrio ecosistémico y sus efectos reconocidos como parte del cambio climático han motivado a la búsqueda de medidas para mitigar los procesos de erosión, por lo que el uso de estructuras físicas que ayuden a contener el material arrastrado ocasionado en primera instancia a la pendiente del terreno que propicia que exista un factor de escorrentía, genera una inversión que en el mediano plazo se justifica gracias a la reducción en la pérdida de fertilidad potencial del terreno afectado.

Aplicando esta metodología de mitigación y conservación de suelo en la parcela bajo estudio, el sedimento atrapado por una barrera constituye parte de la capa fértil del terreno que, en lugar de perderse hacia otras propiedades, se utilizaría para incorporarlo nuevamente al terreno y conseguir la disminución de la pérdida de fertilidad por la acción de erosión hídrica.

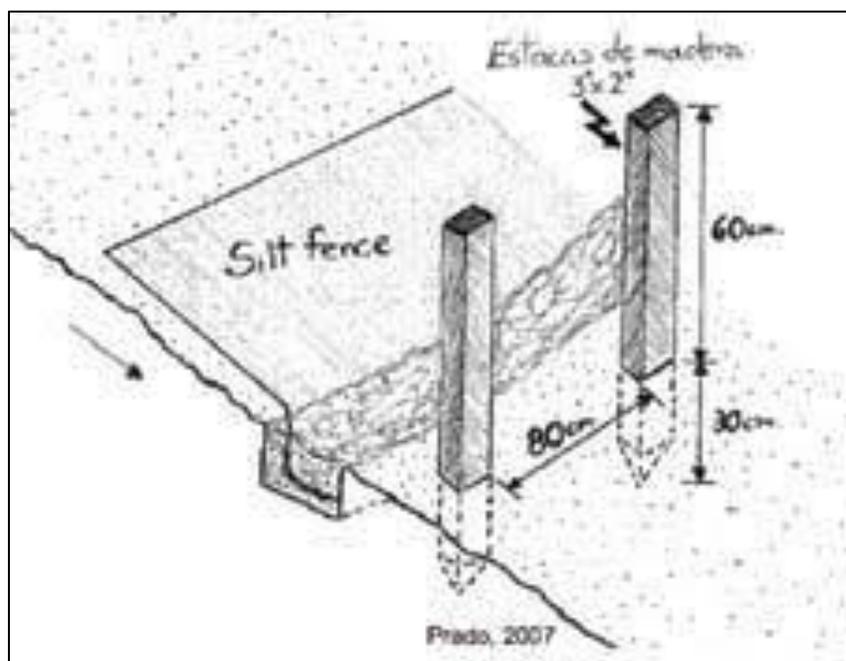
En las figuras 26, 27, 28 y 29 se ejemplifica como instalar una barrera de control de arrastre de sedimentos usando estructuras con materiales geotextiles (silt fence):

Figura 26. Dimensiones aproximadas para preparar la instalación de la barrera



Fuente: (Prado y Aguilar, 2007)

Figura 27. Proceso de instalación de postes para la barrera



Fuente: (Prado y Aguilar, 2007)

Figura 28. Imagen demostrativa de la instalación de una barrera de control de sedimentos



Fuente: Fastener Group Pte Ltd. (2016)

Figura 29. Condición de la dirección de escorrentía y ubicación del control de sedimentos para conservación de suelos



Fuente: Elaboración propia (Google Earth, 2021)

La implementación de barreras de silt fence para conservación de suelo y minimizar erosión consistiría en instalar un perímetro de al menos 10 metros de barrera comprendidos tal como lo muestra la figura 29 en la esquina sur de la parcela, que es hacia donde se dirigiría el flujo de escorrentía durante las lluvias. La barrera sería en forma de “L” y el costo aproximado de su instalación se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 39. Costo de instalación de una barrera de silt fence

<i>Costos de materiales</i>	Unidad medida	Precio /unidad	Cantidad	IVA	Costo total
Reglas madera	1 pieza	₡3 186	4	1%	₡12 871
Alambre	Rollo	₡1 321	1	1%	₡1 334
Geotextil (MacTex w2 55)	M ²	₡1 836	10,8	1%	₡20 027
				Total	₡34 232

Fuente: Elaboración propia (Cotización de Ferretería El Lagar y de MACCAFERRI, (2021))

- Consumo de Energía

Con base al diseño y ubicación del sistema de captación de agua llovida, se determinó que no se requerirá el uso de sistemas de bombeo para su operación, debido a que se aprovechará la condición de pendiente para distribuir el agua que sea para riego por gravedad, sumado a esto con el uso del sistema de riego por goteo tampoco es necesario contar con una fuente de energía para equilibrar presión, (Guerrero, 2021).

10.2. Dimensión Socioeconómica

10.2.1. Aumento de ingresos en la parcela

Actualmente el productor solo cultiva el 19,6% del área disponible (3 136m²), debido a la restricción de agua durante la estación seca. La importancia de contar con una fuente alternativa de agua para poder suplir en parte el riego en dicha época le proporcionaría al productor una ventaja comparativa que le abre la posibilidad de expandir la producción de culantro en toda la parcela estableciendo un sistema escalonado de siembra con el cual le permitirá aumentar el rendimiento de producción pasando de un área de siembra actual de 616 m² en donde en

promedio se producen 6 000 rollos de culantro por ciclo a un área neta de siembra de 2 166m² con una producción potencial por ciclo de hasta 25 920 rollos de culantro (según estimación y proyección del análisis técnico).

De acuerdo con datos suministrados por el productor, la venta aproximada de culantro castilla actualmente no supera los ₡400 000 colones en bruto por ciclo productivo de cada dos meses, tomando en cuenta que por el modelo de producción actual la cosecha es colocada de forma intermitente en el mercado municipal de Cartago y ocasionalmente a comerciantes, esta condición hace que el ingreso sea muy intermitente.

En el análisis técnico del presente trabajo, refleja que, gracias a la integración de la técnica de cosecha de agua y la construcción de macrotúneles, el productor contaría con el beneficio de producir todo el año y a su vez lograría abrir la oportunidad de acceso a mercados de colocación más estables tales como lo son las cadenas de supermercados, pudiendo obtener una mayor estabilidad económica.

Se considera que, aunque es un proyecto de pequeña escala, ya generaría un impacto positivo en la economía local, dado que, para sostener la producción durante todo el año en la parcela, se estaría generando empleo al menos para 2 personas aparte del dueño de la propiedad y un encadenamiento que va desde la necesidad de pagar a un tercero el flete para llevar el producto y un mayor consumo de insumos en las casas comerciales de que se ubican en la zona.

10.2.2. Uso de la tierra

El uso de la parcela es concordante con el uso de la tierra en la zona donde se ubica, la cual es un área rural dedicada a la producción agrícola. Al respecto la implementación de la técnica de cosecha de agua viene a reforzar el uso de la tierra a través de proveer el insumo principal para garantizar su aprovechamiento aplicando las buenas prácticas agrícolas y ambientales para lograr la sostenibilidad de la actividad.

La razón de ser en la sostenibilidad de la producción para la parcela en estudio es precisamente contar con la fuente de abastecimiento de agua a través del sistema SCALL, cuyo impacto social se refleja en que el uso del recurso hídrico no entra en competencia con labores de primera

necesidad, tal como el consumo humano el cual trasciende a derechos fundamentales como lo es la salud pública en donde no solo intervienen aspectos nutricionales, sino que además aspectos sanitarios (aseo, inocuidad).

Dentro de los beneficios tanto ambientales como sociales que este sistema ha mostrado, se destaca que constituye una fuente bastante limpia y apta para usar en el riego del cultivo, este aspecto viene a reforzar el impacto positivo en la salud y por ende en la calidad de vida de las personas.

Finalmente, la técnica SCALL usado en pequeñas unidades productivas, permitiría seguir dando la funcionalidad del recurso de la tierra y con la aplicación de prácticas correctas de conservación de suelos, abrir las oportunidades al productor de continuar siendo parte del aparato productivo de la zona, y en consecuencia contribuir en la red de encadenamientos que dinamizan la economía (adquisición de insumos, fletes, mano de obra, etc.)

11. Estudio financiero

Como ya se mencionó, el proyecto consiste en dotar de una fuente alterna de suministro de agua por medio de la captación de agua llovida (SCALL) para lograr la expansión de este cultivo a toda la parcela, pasando de un área de siembra de aproximadamente 616 m² a 2 166 m². Este proyecto consta del sistema de captación de agua de lluvia y la producción de culantro en macrotúneles.

Se utilizó un horizonte de evaluación de 10 años y se contemplan 2 escenarios de análisis financiero dejando como una constante el financiamiento del proyecto en ambos escenarios.

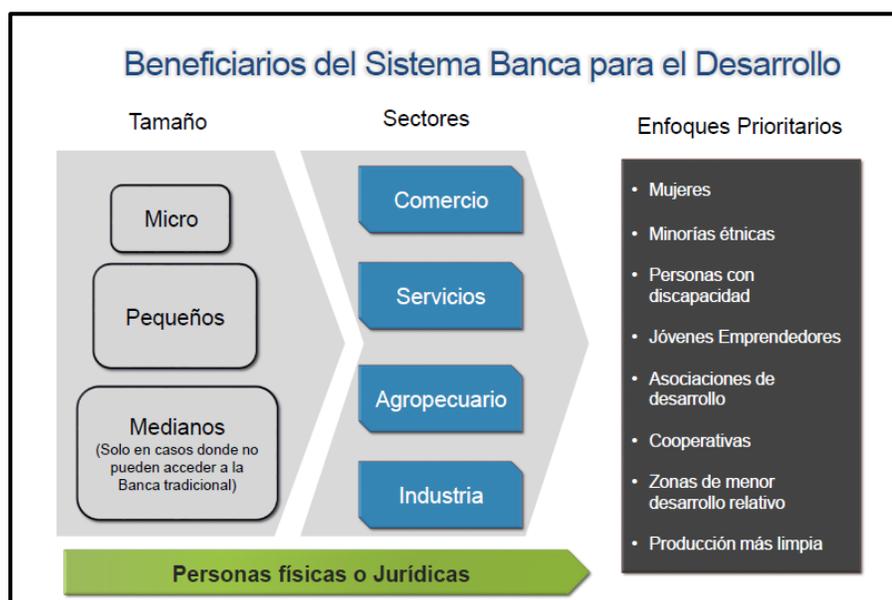
Los escenarios de evaluación son: con proyecto (implementación de sistema SCALL), sin proyecto (utilización del 100% del recurso hídrico de ASADA y provisión de la época lluviosa para sembrar toda la parcela y realizando las estructuras nuevas de macro túneles). Además, se hará un análisis de sensibilidad del proyecto con las variables que influyan significativamente en la rentabilidad de éste.

Es importante destacar que el costo del terreno es un costo hundido y no se contempla porque ya es un activo previamente adquirido, sin embargo, en la estructura de costos si se toma en cuenta la inversión en el establecimiento del cultivo debido a que la finalidad de impulsar la instalación del sistema de cosecha de agua es con el fin de lograr cultivar toda el área y garantizar suministro de agua todo el año y porque el cultivo en sí es la fuente de generación de los fondos para financiar el proyecto propuesto.

11.1. Financiamiento del proyecto

El proyecto será financiado por el Banco Nacional de Costa Rica, el cual es uno de los operadores para ejecutar créditos mediante el Sistema de Banca para el Desarrollo. Este sistema fue creado mediante la Ley No. 8634 (2008) y Ley No. 9274. Según el artículo 1 de la ley, el sistema de Banca para el Desarrollo (SBD) se crea como un mecanismo para impulsar proyectos productivos, viables, acordes con el modelo de desarrollo del país en lo referente a la movilidad social de los sujetos beneficiarios de esta ley. Los beneficiarios del Sistema Banca para el Desarrollo se esquematizan en la siguiente figura:

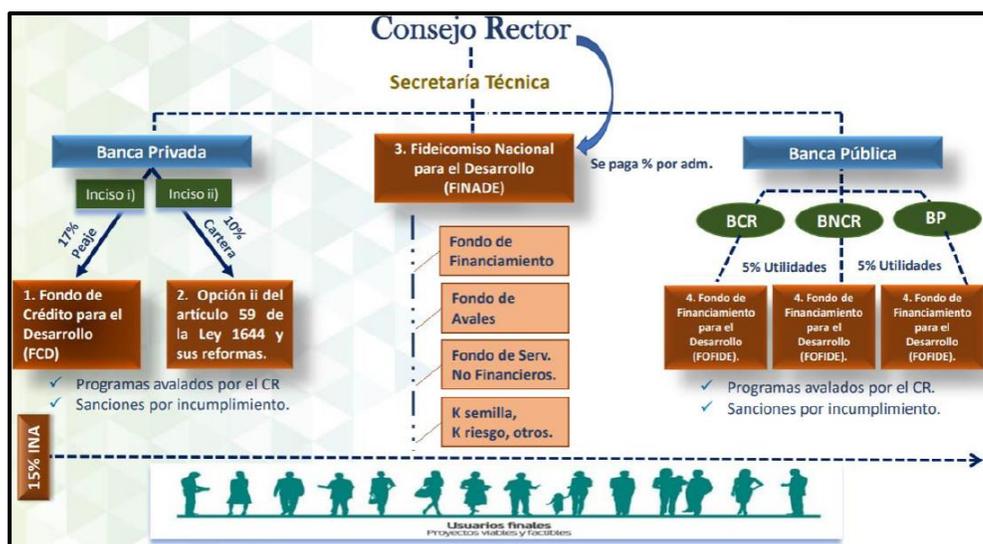
Figura 30. Esquema de Beneficiarios SBD



Fuente: Programas de Financiamiento para la PYME en Costa Rica, MEIC (2021)

La Caja Costarricense del Seguro Social clasifica a las empresas según su tamaño, al respecto las microempresas son aquellas que tienen entre 1 a 5 empleados, empresas pequeñas entre 6 y 30 empleados, las empresas medianas entre 31 a 100 empleados y las empresas grandes tienen más de 100 empleados. Considerando la clasificación anterior, el proyecto productivo se ubica como una microempresa. En la siguiente figura se muestra como está compuesto el Sistema de Banca para el Desarrollo:

Figura. 31. Composición de SBD



Fuente: Programas de Financiamiento para la PYME en Costa Rica, MEIC (2021)

Tal como muestra la figura anterior, el sistema de banca para el desarrollo está provisto de 3 fuentes de recursos:

- FCD (Fondo de crédito para el Desarrollo) son programas avalados Consejo Rector (CR) manejado por la Banca Privada.
- FONADE (Fondo Nacional para el Desarrollo), estos fondos provienen de presupuestos públicos y otros fideicomisos, principalmente de fideicomisos agropecuarios.
- Fondo de Financiamiento para el Desarrollo (FOFIDE), este fondo está compuesto por el 5% de las utilidades netas anuales de los bancos estatales y que son administrados por cada banco.

Mediante el producto crediticio de BN Agricultura, se realizará la gestión de financiamiento para las inversiones necesarias para establecer el proyecto, cuyas condiciones de financiamiento se detallan en el cuadro 40:

Cuadro 40. Condiciones de crédito BN Agricultura

Descripción:	Producto crediticio dirigido expresamente al financiamiento de capital de trabajo e inversiones de las actividades agrícolas, en que el Banco no tiene limitante alguna para incursionar.
Actividades por financiar:	Dirigido a actividades agrícolas.
Moneda:	Colones/dólares.
Monto mínimo:	No aplica.
Monto máximo:	Según la capacidad de pago del solicitante.
Plazo mínimo:	No aplica.
Plazo máximo:	De acuerdo con el plan de inversión y ciclo productivo de la actividad a financiar.
Tasa de interés:	Tasa de referencia (TR) + 3,10% (variable). La tasa anterior es para préstamos en colones a 12 meses plazo máximo.

	Hasta 36 meses plazo la tasa es TR + 5,15% y para plazos mayores es TR ⁹ + 6,10%.
Tipo de garantía:	Fiduciaria, hipotecaria, prendaria, avales, mobiliaria u otra. Se permiten las garantías que están a satisfacción y cumpla con la normativa vigente (SUGEF 1-05 y 15-16).
Periodicidad de pago:	Mensual, trimestral, semestral, anual u otra. Existen formas de pago en función del ciclo productivo y flujo de efectivo del cliente.
Gastos administrativos:	1,5%
Otros cargos:	Se cuenta con seguros de vida, cosecha, bienes muebles (cultivo) e inmuebles).
Beneficios adicionales:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atención personalizada a través de un ejecutivo especializado. 2. Oferta ajustada a las necesidades del cliente. 3. Formas de pago y requisitos ajustados a la actividad.
Otras características:	Adicional a las condiciones anteriores existen programas de atención con condiciones especiales como el programa de Aguacate.
Requisitos y documentación:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Certificación de propiedad del sitio de la inversión, o contratos de alquiler. 2. Certificación de semilla, en los casos que aplique. 3. Copia de la identificación. 4. Información del avío.

Fuente: Banco Nacional de Costa Rica, (Monge, 2021)

Para la inversión inicial del proyecto se plantea el financiamiento de ₡44 630 722 el cual representa un 90% de la inversión total inicial para ejecutar el proyecto. El 10% restante es de inversión de capital propio del productor. Las condiciones de crédito están planteadas a un plazo de 10 años para que se logre cancelar en el horizonte de ciclo de evaluación planteado. El financiamiento al presentar un plazo mayor a 36 meses, la tasa efectiva entonces será TR +

⁹ Tasa de referencia con base a la tasa básica pasiva (TBP)

6,10%, la cual se compone de tasa básica pasiva (2,90%)¹⁰ + margen (6,10%) cuya suma final genera una tasa anual efectiva del 9%.

El pago de la cuota será mensual y las condiciones de garantía que se usará será la figura hipotecaria. En el siguiente cuadro se resume la tabla de amortización para dicho préstamo:

Cuadro 41. Tabla de amortización. Financiamiento del 90% para la inversión del proyecto de Implementación de Sistema de agua llovida y siembra de culantro castilla en macro túneles

Periodo (AÑOS)	Saldo deuda	Cuota	Interés	Amortización
1	¢44 630 722	¢6 954 363	¢4 016 765	¢2 937 598
2	¢41 693 124	¢6 954 363	¢3 752 381	¢3 201 982
3	¢38 491 142	¢6 954 363	¢3 464 203	¢3 490 160
4	¢35 000 982	¢6 954 363	¢3 150 088	¢3 804 275
5	¢31 196 707	¢6 954 363	¢2 807 704	¢4 146 660
6	¢27 050 047	¢6 954 363	¢2 434 504	¢4 519 859
7	¢22 530 188	¢6 954 363	¢2 027 717	¢4 926 646
8	¢17 603 542	¢6 954 363	¢1 584 319	¢5 370 044
9	¢12 233 498	¢6 954 363	¢1 101 015	¢5 853 348
10	¢6 380 150	¢6 954 363	¢574 213	¢6 380 150

Fuente: Elaboración propia

Eventualmente el financiamiento puede extenderse hasta 15 años y con ello se puede favorecer los flujos de caja futuros, sin embargo, se considera que la producción en la parcela puede mantenerse estable durante los 10 años planteados y posterior a este lapso de tiempo es probable que la producción empiece a caer por una condición propia de explotación de monocultivo, por lo que al generarse esta incertidumbre en el comportamiento de la producción posterior al ciclo de vida planteado, se contempla dejar saldado el crédito bancario dentro de los 10 años de plazo.

¹⁰ Tasa básica pasiva al 31 de diciembre del 2021

11.2. Cálculo de la tasa de costo de capital (K_o)

La tasa de costo de capital o tasa de descuento es aquella que se utiliza para determinar el valor actual de los flujos futuros que genera el proyecto y representa la rentabilidad mínima que se le debe exigir a la inversión, (Sapag y Sapag, 2008).

Para calcular la tasa de costo de capital considerando que el proyecto se financiará en un 90%, mediante la línea de crédito del Banco Nacional BN Agricultura con fondos del Sistema de Banca para el Desarrollo, se define con la siguiente fórmula:

$$K_o = K_d \cdot (D/A) + K_e \cdot (P/A)$$

En donde se debe determinar primero la tasa de costo del patrimonio o de fondos propios (K_e) que se utilizará en la inversión de esta manera:

$$K_e = \text{Prom TBP} + \text{Prima riesgo}$$

Se utilizó el promedio de la tasa básica pasiva (TBP) de los últimos 3 años (5,30%), por otra parte, para calcular la Prima de riesgo se sumó el promedio de la tasa básica pasiva con el promedio de los últimos 3 años de la inflación anual (2,02%), dando como resultado lo siguiente:

$$K_e = 5,30\% + 7,32\%$$

$$K_e = 12,62\%$$

Con el cálculo de la tasa de costo de capital lista (K_e), se puede completar la fórmula para establecer la tasa de descuento o rentabilidad mínima (K_o) exigida por el inversionista de la siguiente manera:

Tasa de descuento (K_o):**K_o:** Tasa costo capital (mínima rentabilidad)**K_d:** Tasa de deuda préstamo = 9%**D:** Deuda = ¢44 630 722**A:** Activos/inversión total = ¢49 630 722**K_e:** Tasa costo patrimonio = 12,62%**P:** Patrimonio/fondos propios = ¢5 000 000**K_o = 9,37%**

De acuerdo con el cálculo anterior la rentabilidad mínima que espera el proyecto es de un 9,37% en donde la inversión total para ejecutar el proyecto es de ¢49 630 722 de los cuales se financiará un monto de ¢44 630 722 y de parte del inversionista, su aporte de capital propio será de ¢5 000 000.

11.3. Inversiones

Según Sapag y Sapag (2008), las inversiones necesarias antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en tres tipos: Activos fijos, activos intangibles o nominales y capital de trabajo.

11.3.1. Inversión en activos fijos

Las inversiones en activos fijos para la implementación del proyecto del sistema de captación de agua llovida (SCALL) así como de la puesta en marcha del cultivo de culantro castilla en macro túneles, se muestra en el siguiente cuadro en donde se detalla el valor de inversión, la vida útil, la depreciación anual y acumulada y el valor de rescate (valor en libros). Para la

depreciación se utilizó el método de línea recta establecido por el Ministerio de Hacienda según la Ley del impuesto sobre la renta Decreto No. 18455-H:

Cuadro 42. Inversiones en activos fijos y depreciación anual para establecimiento del proyecto en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, 2021

Activos fijos	Monto	Vida útil	Depreciación anual	Depreciación Acumulada	Valor de rescate
Estructura de macrotúneles	¢2 318 333,21	10	¢231 833,32	¢2 318 333,21	¢0,00
Sistema SCALL	¢31 522 157,95	15	¢2 101 477,20	¢21 014 771,97	¢10 507 385,98
Equipo de irrigación (goteo)	¢1 375 641,14	7	¢196 520,16	¢1 375 641,14	¢0,00
Balanza electrónica	¢243 676,91	10	¢24 367,69	¢243 676,91	¢0,00
	¢35 459 809,20		¢2 554 198,37		¢10 507 385,98

Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en el cuadro 41, los sistemas de captación de agua llovida (SCALL) tienen una vida útil de 15 años, por lo que para efectos del flujo de caja del proyecto se tendrá un valor de rescate (valor en libros) al final del periodo del ciclo de vida del proyecto de ¢10 507 385,98. Con respecto al equipo de irrigación, éste se deprecia en 7 años y se realiza una reinversión del mismo en el año 7, por lo que en el cuadro 42 se muestra el rubro correspondiente a la depreciación de este activo entre el año 8 al año 10 y el valor en libros de año 10.

Cuadro 42. Reinversión del sistema de riego en el año 7 del horizonte de proyecto en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, 2021

Activos fijos	Monto reinversión año 7	Vida útil	Depreciación anual	Depreciación Acumulada al año 10	Valor de rescate
Equipo de irrigación (goteo)	₡1 623 256,55	7	₡231 893,79	₡695 681,38	₡927 575,17
	₡1 623 256,55		₡231 893,79		₡927 575,17

Fuente: Elaboración propia

La depreciación anual muestra un monto del año 1 al 7 de ₡2 554 198,37 y a partir del octavo año hasta el año 10 la depreciación anual es de ₡2 598 572,00 por efecto de la reinversión del sistema de riego. El monto total de valor de rescate de los activos es de ₡11 434 961,15.

11.3.2. Inversión en activo nominal

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto, (Sapag y Sapag, 2008). Estas inversiones son susceptibles de amortizar y de la misma manera que la depreciación, el flujo de caja se verá afectado. En el cuadro 43 se muestra en detalle las inversiones respectivas:

Cuadro 43. Inversiones en activos nominales y la amortización anual respectiva para la implementación del proyecto SCALL

Activo nominal			
Inversiones	Monto	Años amortización	Amortización / año
Trámite en SETENA	¢325 847	5	¢65 169
Permisos construcción	¢1 394 786	5	¢278 957
Estudio hidrológico y diseño	¢5 241 887	5	¢1 048 377
Póliza de riesgo trabajo	¢376 854	5	¢75 371
Total, activo nominal/amortización	¢7 339 374		¢1 467 875

Fuente: Elaboración propia

11.3.3. Inversiones en capital de trabajo

Según Sapag y Sapag (2008), la inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto durante el ciclo productivo. La inversión inicial en capital de trabajo se determinó mediante el método del período de desfase, el cual consiste en calcular la cuantía de los costos de operación que debe financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por materias primas y pagos de gastos operativos (salarios, servicios, fletes, etc.)

En el caso del cultivo de culantro, éste cuenta con un periodo de cosecha de 55-60 días aproximadamente, en el momento de la primera venta de producto se contempló aproximadamente un periodo de 15 días para recibir el primer pago por la venta inicial, por lo que los días de desfase desde la siembra y puesta en marcha del proyecto hasta el primer ingreso es de 75 días.

La inversión en capital de trabajo (ICT) se calcula por el método del periodo de desfase mediante la siguiente fórmula:

$$ICT = \left(\frac{CA}{365} \right) n_d$$

Donde CA es el costo anual y n_d son los días de desfase.

Tal como se muestra en la fórmula se debe contar con el monto del costo anual de operación, para lo cual en el siguiente cuadro se desglosan los montos de los rubros necesarios para capital de trabajo para el primer año:

Cuadro 44. Capital de trabajo del primer año

Capital de trabajo para el año 1:	
Insumos de siembra	¢1 376 949
operación y mantenimiento	¢3 727 660
Servicio agua (ASADA)	¢237 621
Mano de obra	¢8 760 954
Flete (primer año)	¢1 582 000
Total, costo de capital	¢15 685 183

Fuente: Elaboración propia

En donde el resultado de aplicar la fórmula con sus componentes genera el siguiente resultado:

CA = Costo anual ¢15 685 183

n_d = Días desfase 75

$$ICT = \text{¢}3\,222\,983$$

El resultado del calcular la inversión inicial de capital de trabajo por medio del método de desfase muestra que para financiar la operación durante 75 días mientras se recibe el pago por la primera venta de producto se requiere un monto de ¢3 222 983.

Es importante señalar que, para efectos de la primera venta, el costo de flete es de solo ¢79 100 dado que en los primeros 60 días luego de la puesta en marcha del proyecto no hay ventas por lo que, al ser un promedio mensual del costo de operación, podría estar sobrevalorando la inversión inicial de capital de trabajo.

Este aspecto implicaría castigar en alguna medida la evaluación del proyecto, sin embargo, también puede ayudar a compensar situaciones de incertidumbre para cubrir las necesidades de capital de trabajo durante los periodos.

A lo largo del horizonte de evaluación del proyecto el costo operativo de capital de trabajo se estimó en un 3% de incremento anual, por lo que se requerirá contar con la reinversión en capital de trabajo año a año para cubrir este incremento, tal como se muestra en el cuadro 45.

Cuadro 45. Reinversiones en capital de trabajo en el horizonte de evaluación del proyecto.

Horizonte evaluación de proyecto	Inversión capital de trabajo
2021	¢796 448
2022	¢494 449
2023	¢509 282
2024	¢524 561
2025	¢540 298
2026	¢556 507
2027	¢573 202
2028	¢590 398
2029	¢608 110
2030	

Fuente: Elaboración propia.

11.4. Costos

Los costos del proyecto se estima que se incrementarán a una tasa del 3% anual, este porcentaje se basa en el promedio de inflación acumulada en que cerrará el año 2021 según proyecciones

del Banco Central de Costa Rica. A partir de ahí se proyecta ese porcentaje de incremento anual durante el ciclo de vida del proyecto establecido en 10 años, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 46. Costos de operación proyectados desde el año 1 al 10 del ciclo de proyecto.

Proyección de costos operativos anuales					
Período años/Costo operación	Costo de mano de obra	Costo de insumos	Costo de agua	Costo de flete	TOTAL
1	₡8 760 954	₡5 104 609	₡237 621	₡1 582 000	₡15 685 183
2	₡9 023 782	₡5 257 747	₡244 750	₡1 955 352	₡16 481 631
3	₡9 294 496	₡5 415 480	₡252 092	₡2 014 013	₡16 976 080
4	₡9 573 331	₡5 577 944	₡259 655	₡2 074 433	₡17 485 362
5	₡9 860 530	₡5 745 282	₡267 444	₡2 136 666	₡18 009 923
6	₡10 156 346	₡5 917 641	₡275 468	₡2 200 766	₡18 550 221
7	₡10 461 037	₡6 095 170	₡283 732	₡2 266 789	₡19 106 727
8	₡10 774 868	₡6 278 025	₡292 244	₡2 334 793	₡19 679 929
9	₡11 098 114	₡6 466 366	₡301 011	₡2 404 836	₡20 270 327
10	₡11 431 057	₡6 660 357	₡310 041	₡2 476 981	₡20 878 437

Fuente: Elaboración propia

11.5. Ingresos

Los ingresos de un proyecto se obtienen como consecuencia de las ventas de los bienes o la prestación de servicios y se encuentran directamente relacionados con el sostenimiento del proyecto, (Rosales, 2017).

Para este caso los ingresos del proyecto productivo están determinados por los precios de venta del culantro castilla en alguna de las cadenas de supermercados existentes. Tal como se explica en el análisis de mercado, para calcular el precio de venta se estimó el promedio mensual de la variación de precio transado en CENADA durante los últimos 5 años. Una vez hecho esto se

estimó la proporción del precio de una unidad de peso, el cual para efectos de venta son rollos de 90 gramos. En el cuadro 47 se muestran los precios de venta proyectados para todo el ciclo de vida del proyecto:

Cuadro 47. Precios de venta proyectados durante el horizonte de evaluación del proyecto

Mes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Enero	¢123	¢125	¢128	¢130	¢133	¢135	¢138	¢141	¢144	¢147
Febrero	¢155	¢159	¢162	¢165	¢168	¢172	¢175	¢179	¢182	¢186
Marzo	¢153	¢156	¢159	¢162	¢166	¢169	¢172	¢176	¢179	¢183
Abril	¢150	¢153	¢156	¢159	¢162	¢166	¢169	¢172	¢176	¢179
Mayo	¢212	¢217	¢221	¢225	¢230	¢235	¢239	¢244	¢249	¢254
Junio	¢264	¢270	¢275	¢281	¢286	¢292	¢298	¢304	¢310	¢317
Julio	¢137	¢140	¢143	¢146	¢149	¢152	¢155	¢158	¢161	¢164
Agosto	¢117	¢119	¢121	¢124	¢126	¢129	¢132	¢134	¢137	¢140
Setiembre	¢147	¢150	¢153	¢157	¢160	¢163	¢166	¢170	¢173	¢177
Octubre	¢202	¢206	¢210	¢215	¢219	¢223	¢228	¢233	¢237	¢242
Noviembre	¢171	¢175	¢178	¢182	¢185	¢189	¢193	¢197	¢201	¢205
Diciembre	¢170	¢173	¢177	¢181	¢184	¢188	¢192	¢196	¢199	¢204

Fuente: Elaboración propia

Debido a que los precios en culantro castilla son muy variables durante el año y son muy sensibles a la oferta y demanda, se hizo la proyección de incrementos en el tiempo usando el promedio de la tasa de inflación de los últimos 4 años el cual es aproximadamente un 2,02% al año, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 48. Inflación anual en los últimos 4 años

2018	2019	2020	2021	Promedio
2,20%	2,10%	0,78%	3%	2,02%

Fuente: BCCR

La otra variable importante en el nivel de ingresos es el volumen de producción o bien la cantidad del bien a vender. En el caso de este proyecto se estima una capacidad de vender 12 960 rollos de culantro al mes durante todo el ciclo de vida del proyecto de forma sostenida.

En el cuadro 49 se muestra el ingreso bruto por ventas de rollos de culantro por mes y durante el horizonte de evaluación del proyecto desde el año 1 al 10.

Tal como se indicó anteriormente el volumen de venta se mantiene constante, pero los precios son variables todos los meses por lo que ese aspecto queda reflejado en dicha proyección y además pone en evidencia los momentos de mayor demanda y menor demanda lo cual va ligado directamente al precio, nótese que en el mes de junio se estaría teniendo el ingreso más alto a lo largo del ciclo, esto concuerda con las tendencias de aumento de precio en esa época por menor oferta.

Cuadro 49. Ingresos proyectados en todo el ciclo de proyecto.

Mes	Periodo de Años del ciclo del proyecto									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Enero	€1 588 798	€1 620 891	€1 653 633	€1 687 037	€1 721 115	€1 755 881	€1 791 350	€1 827 535	€1 864 452	€1 902 113
Febrero	€2 014 549	€2 055 243	€2 096 759	€2 139 113	€2 182 323	€2 226 406	€2 271 380	€2 317 262	€2 364 070	€2 411 825
Marzo	€1 980 646	€2 020 655	€2 061 472	€2 103 114	€2 145 597	€2 188 938	€2 233 154	€2 278 264	€2 324 285	€2 371 235
Abril	€1 943 124	€1 982 375	€2 022 419	€2 063 272	€2 104 950	€2 147 470	€2 190 849	€2 235 104	€2 280 253	€2 326 314
Mayo	€2 750 579	€2 806 140	€2 862 824	€2 920 653	€2 979 651	€3 039 839	€3 101 244	€3 163 889	€3 227 800	€3 293 001
Junio	€3 427 023	€3 496 249	€3 566 873	€3 638 924	€3 712 430	€3 787 421	€3 863 927	€3 941 979	€4 021 607	€4 102 843
Julio	€1 780 621	€1 816 590	€1 853 285	€1 890 721	€1 928 914	€1 967 878	€2 007 629	€2 048 183	€2 089 556	€2 131 765
Agosto	€1 512 676	€1 543 232	€1 574 405	€1 606 208	€1 638 653	€1 671 754	€1 705 524	€1 739 975	€1 775 123	€1 810 980
Setiembre	€1 910 864	€1 949 463	€1 988 842	€2 029 017	€2 070 003	€2 111 817	€2 154 476	€2 197 996	€2 242 396	€2 287 692
Octubre	€2 620 025	€2 672 949	€2 726 943	€2 782 027	€2 838 224	€2 895 556	€2 954 046	€3 013 718	€3 074 595	€3 136 702
Noviembre	€2 217 917	€2 262 719	€2 308 426	€2 355 056	€2 402 629	€2 451 162	€2 500 675	€2 551 189	€2 602 723	€2 655 298
Diciembre	€2 203 195	€2 247 699	€2 293 103	€2 339 424	€2 386 680	€2 434 891	€2 484 076	€2 534 254	€2 585 446	€2 637 672
Total	€25 950 015	€26 474 206	€27 008 985	€27 554 566	€28 111 168	€28 679 014	€29 258 330	€29 849 348	€30 452 305	€31 067 442

Fuente: Elaboración propia

- **Escenario 2. Condición de producción máxima de cultivo sin proyecto SCALL en la parcela.**

Para este escenario se tomó como factor fundamental calcular la superficie que se puede sembrar durante el año con la disponibilidad de agua que permite la ASADA de Potrero Cerrado. En el estudio técnico se hizo la proyección según la época del año, por ejemplo, durante la estación seca (enero-abril) se mantendría el área actual que se cultiva de culantro castilla correspondiente a 616 m², dado que el productor no puede excederse de consumir más de 60 m³ por mes. En el caso de la estación lluviosa (de mayo a diciembre) se proyectó que la superficie de siembra puede ampliarse a 1 095 m², este aumento en área productiva estaría respaldada por el máximo permitido de consumo por parte de la ASADA y el efecto propio de las lluvias de la época. En el siguiente cuadro resumen se muestra la relación de producción en época seca y lluviosa para las áreas descritas:

Cuadro 51. Máxima producción estimada para la disponibilidad de agua de ASADA en la parcela

Parámetros	Época Seca	Época Lluviosa
Área (m ²)	616	1095
# Macro túneles	14	24
Rollos/mes	3 780	6 480

Fuente: Elaboración propia en colaboración con productor y referencia del AVIOS

Con base en las áreas que se pueden sembrar con la condición actual de la parcela, se tiene que durante la época seca se mantendría la misma superficie de siembra actual, sin embargo, se estaría realizando la renovación de la cubierta de plástico, madera y cables de los Macro-túneles existentes (14 módulos). Para bajar el monto de inversión inicial no se contempla renovar los tubos de aluminio de la estructura existente ya que se considera que están en buen estado. Con el aumento de área de siembra en 479 m² adicionales para la época lluviosa se instalarían 10 nuevos módulos para completar 24. En el cuadro 52 se muestra el rubro de inversiones iniciales para este escenario:

Cuadro 52. Inversión proporcional para el área máxima de siembra en la parcela sin proyecto SCALL

Cuadro de inversiones iniciales	
Rubro	Costo
Preparación del terreno	¢39 100
<u>Módulos:</u>	
Infraestructura/balanzas peso	¢2 222 193
Mano obra	¢202 131
Total, instalación módulos	¢2 424 324
<u>Sistema riego:</u>	
Sistema de riego	¢480 270
Total	¢480 270
<u>Inversión mitigación conservación suelos</u>	
Materiales	¢34 719
Mano de obra	¢5 326
Costo total instalación barreras	¢40 045
Total, inversión inicial:	¢2 983 738

Fuente: Elaboración propia

La producción no podrá ser estable durante el año a raíz de la restricción de uso de agua durante la época seca, por tanto, según la estimación hecha en conjunto con el productor se establece que para la etapa de enero a abril requerirá de un ayudante 2 días por semana y en la época lluviosa con el aumento de área para sembrar se requerirá mínimo de un ayudante 5 días a la semana por el periodo de mayo a diciembre. En el cuadro 53 se muestra el costo total de mano de obra:

Cuadro 53. Rubro de mano de obra

Época seca (enero-Abril)		Época lluviosa (Mayo-Dic)	
Personal	Salario / mes	Personal	Salario / mes
Peón fijo	¢92 321	Peón fijo	¢230 804
Cargas sociales	¢24 465	Cargas sociales	¢61 163
<i>Subtotal</i>	¢116 787	<i>Subtotal</i>	¢291 967
Meses	4	Meses	8
<i>Total</i>	¢467 147	<i>Total</i>	¢2 335 734
		Aguinaldos:	¢135 277
		Vacaciones:	¢69 241
		Cesantía:	¢107 709
		<i>Total, liquidación:</i>	¢312 227

Fuente: Ministerio de Trabajo

El costo de capital de trabajo para el primer año en este escenario sin proyecto SCALL se muestra en el cuadro 54:

Cuadro 54. Rubros de costos operativos

Capital de trabajo para el año 1	
Insumos de siembra y mantenimiento	¢2 224 725
Agua ASADA	¢251 080
Mano de obra	¢6 438 681
Flete	¢858 800
<i>Total, costo de capital</i>	¢9 773 285

Fuente: Elaboración propia

Con base en las estimaciones anteriores, se proyectó los costos operativos de este escenario con un horizonte de evaluación de 10 años, tal como se muestra en el cuadro 55:

Cuadro 55. Resumen de proyección de costos operativos (sin proyecto SCALL)

Proyección de costos operativos anuales					
Período años/Costo operación	Costo de mano de obra	Costo de insumos	Costo de agua	Costo de flete	TOTAL
1	¢6 438 681	¢2 224 725	¢251 080	¢858 800	¢9 773 285
2	¢6 631 841	¢2 291 466	¢258 612	¢1 024 232	¢10 206 152
3	¢6 830 796	¢2 360 210	¢266 371	¢1 054 959	¢10 512 336
4	¢7 035 720	¢2 431 017	¢274 362	¢1 086 608	¢10 827 707
5	¢7 246 792	¢2 503 947	¢282 593	¢1 119 206	¢11 152 538
6	¢7 464 196	¢2 579 065	¢291 070	¢1 152 782	¢11 487 114
7	¢7 688 122	¢2 656 437	¢299 803	¢1 187 366	¢11 831 727
8	¢7 918 765	¢2 736 131	¢308 797	¢1 222 987	¢12 186 679
9	¢8 156 328	¢2 818 215	¢318 061	¢1 259 676	¢12 552 279
10	¢8 401 018	¢2 902 761	¢327 602	¢1 297 466	¢12 928 848

Fuente: Elaboración propia

La inversión en capital de trabajo para este caso se muestra a continuación:

Inversión capital trabajo

$$ICT = (CA/365) * n_d$$

CA = Costo anual: ¢9 773 285

n_d = Días desfase: 75

$$ICT = ¢2 008 209$$

El activo nominal en este escenario está dado por la póliza de riesgos del trabajo, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 56. Activo nominal el cual se amortiza en 5 años

Activo nominal			
Inversiones	Monto	Años amortización	Amortización / año
Póliza de riesgo trabajo	¢129 213	5	¢25 843
<i>Total, activo nominal/amortización</i>	¢129 213		¢25 843

Fuente: Elaboración propia

La inversión en activos fijos para este escenario de producción se muestra a continuación:

Cuadro 57. Rubros de inversión en activos fijos para escenario sin proyecto SCALL

Inversiones en activos fijos	Costo	Años de vida útil
Estructura de macrotúneles	¢2 100 354,24	10
Equipo de irrigación (goteo)	¢480 270,18	7
Balanza electrónica	¢121 838,45	10

Fuente: Elaboración propia

La depreciación correspondiente a los activos del cuadro anterior se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 58. Depreciación de activos

Activos fijos	Monto	Vida útil	Depreciación anual	Depreciación Acumulada
Estructura de macrotúneles	¢2 100 354,24	10	¢210 035,42	¢2 100 354,24
Equipo de irrigación (goteo)	¢480 270,18	7	¢68 610,03	¢480 270,18
Balanza electrónica	¢121 838,45	10	¢12 183,85	¢121 838,45
	¢2 702 462,88	Total:	¢290 829,30	

Fuente: Elaboración propia

El costo de reemplazo de equipos y materiales se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 59. Calendario estimado de reinversión en estructuras y equipos durante la operación del proyecto.

Costo de reemplazo de materiales de estructuras										
Tipo de estructura/Año:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i><u>1-Macrotúneles</u></i>										
Plástico						¢1 001 027				
Madera						¢199 819				
Alambre tensión						¢435 160				
Total, materiales						¢1 881 407				
<i><u>2-Sistema riego</u></i>										
Equipamiento completo							¢566 719			
<i><u>3- Balanza electrónica</u></i>										
										¢154 735
<i><u>4-Conservación de suelos</u></i>										
Barrera de geotextil (mitigación)			¢42 447			¢46 051			¢52 635	

Fuente: Elaboración propia

Con base a la reinversión en el activo del sistema de riego por goteo, el ajuste de la depreciación anual es de ¢303 178,70 tal como se muestra en el cuadro 60.

Cuadro 60. Reinversión del sistema de riego en el año 7 del horizonte de proyecto en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, 2021

Activo fijo	Monto de reinversión en año 7	Vida útil	Depreciación anual	Depreciación acumulada al año 10	Valor de rescate
Equipo de irrigación (goteo)	¢566 716,00	7	¢80 959,43	¢242 878,29	¢323 837,71

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los cuadros 59 y 60, del año 1 al 7 el monto de depreciación anual es de ¢290 829,30 y del año 8 al 10 es de ¢303 178,70.

En este escenario sin proyecto SCALL, el productor no contempla invertir de su capital propio disponible más de ¢1 500 000, por lo que para la inversión inicial el financiamiento será de ¢3 621 161, los cuales se ajustarían al mismo plan de financiamiento establecido para el escenario con proyecto SCALL, en el siguiente cuadro se muestra cómo queda la tabla de amortización:

Cuadro 61. Tabla de amortización (Escenario sin proyecto)

Periodo (AÑOS)	Saldo deuda	Cuota	Interés	Amortización
1	€3 621 161	€564 250	€325 904	€238 345
2	€3 382 815	€564 250	€304 453	€259 796
3	€3 123 019	€564 250	€281 072	€283 178
4	€2 839 841	€564 250	€255 586	€308 664
5	€2 531 178	€564 250	€227 806	€336 444
6	€2 194 734	€564 250	€197 526	€366 723
7	€1 828 011	€564 250	€164 521	€399 729
8	€1 428 282	€564 250	€128 545	€435 704
9	€992 578	€564 250	€89 332	€474 918
10	€517 660	€564 250	€46 589	€517 660

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se hace el cálculo de la tasa de descuento para este escenario sin proyecto SCALL, el cual está dado de la siguiente forma:

Tasa de descuento (K_o):

K_o: Tasa costo capital (mínima rentabilidad)

K_d: Tasa de deuda préstamo = 9%

D: Deuda = €3 621 161

A: Activos/inversión total = €5 121 161

K_e: Tasa costo patrimonio = 12,62%

P: Patrimonio/fondos propios = €1 500 000

K_o = 10,06%

Tomando toda la información anterior para construir el escenario sin proyecto para comparación de la rentabilidad con el proyecto del sistema de Cosecha de agua llovida, se generó el flujo de caja correspondiente:

Cuadro 63. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno Modificada para el escenario sin proyecto

	tasa financiamiento 9% TIR normal 14% Tasa capital 10,06%										
FLUJOS NEGATIVOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	€1 500 000	€414 519					€1 716 990	€456 552		€159 800	
Valor presente con tasa financiamiento:	€1 500 000	€380 293	€0	€0	€0	€0	€1 023 785	€249 750	€0	€73 576	€0
Suma flujos valor presente=	€3 227 404										

	tasa financiamiento 9% TIR normal 14% Tasa capital 10,06%										
FLUJOS POSITIVOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			€973 686	€437 946	€395 384	€305 474			€4 361		€5 496 105
Valor futuro con tasa reinversión:	€0	€0	€2 096 308	€856 697	€702 742	€493 312	€0	€0	€5 283	€0	€5 496 105
Suma flujos valor futuro=	€9 650 446										

Fórmula:

TIRM= $[\text{Valor futuro de flujos}/\text{Valor presente flujos}]^{1/10} - 1$

TIRM= $(9\ 650\ 446/3\ 277\ 404)^{(1/10)}-1$

TIR MODIFICADA: **11,6%**

11.6.1. Análisis de escenario con implementación de proyecto del sistema de captación de agua llovida (SCALL).

De acuerdo con el flujo de caja proyectado mostrado en el cuadro 48 en donde se muestra la inversión en la implementación del sistema de captación de agua llovida para suplir en gran parte la demanda de agua para riego, los indicadores financieros son los siguientes:

Cuadro 64. Indicadores financieros de la evaluación con proyecto, Sistema SCALL, Potrero Cerrado de Oreamuno

TIR	32%
VAN	¢11 655 965
PRI	3,4
Tasa de costo de capital	9,37%

La integración del sistema de captación de aguas llovidas en la parcela en estudio arroja indicadores financieros positivos y demuestra que el proyecto es rentable, tal como se puede observar en el cuadro 63, el Valor Actual Neto (VAN) es superior a cero y alcanza un valor de ¢11 655 965, lo que indica que el productor (inversionista) obtendrá ganancias, a pesar de que el costo de establecer el sistema de cosecha de agua diseñado para la parcela en particular no es nada despreciable.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) presenta un valor del 32%, esto significa que por cada colón invertido se obtendrán ¢0.32 de ganancia. Al comparar tanto la tasa de costo de capital o de rentabilidad mínima esperada por el inversionista con la TIR, se triplica la expectativa de rentabilidad esperada por el productor.

Finalmente, otro indicador importante a evaluar dentro de los parámetros de rentabilidad del proyecto es el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), que en este caso muestra que la inversión de capital propio por parte del productor se recupera en casi 3 años y medio una vez que el proyecto esté en marcha.

11.6.2. Resultados del escenario sin implementación de proyecto de cosecha de agua (SCALL)

Con base en los datos obtenidos en el flujo de caja proyectado con el escenario sin proyecto SCALL, a partir del cuadro 62, los parámetros de rentabilidad obtenidos son los siguientes:

Cuadro 65. Indicadores financieros de la evaluación sin proyecto de Sistema SCALL, Potrero Cerrado de Oreamuno

TIR	14%
VAN	¢505 805
PRI	5
Tasa de costo de capital	10,06%

Cuadro 66. Comparación del indicador de la TIR en ambos escenarios en donde para el escenario sin proyecto se calculó la TIRM

ITEM	Con proyecto (SCALL)	Sin proyecto (SCALL)	
		TIR normal	TIR modificada
Tasa Interna Retorno	32%	14%	11,6%

En el caso de este escenario en donde no hay implementación del sistema de captación de agua llovida en la parcela, los parámetros de rentabilidad son más bajos con respecto al primer escenario (con proyecto). Al respecto el VAN generó un valor de ¢505 805, el cual es apenas un 3,5% de las ganancias que generó el escenario con proyecto SCALL. La tasa interna de retorno normal arrojó un valor de 14%, apenas mayor que la tasa de rentabilidad esperada por el productor para este escenario, sin embargo, fue necesario calcular la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) debido a que en el flujo de caja proyectado del escenario sin proyecto se presentaron varios flujos negativos a lo largo del ciclo de proyecto. En el cuadro 66 se muestra que la TIRM dio como resultado un valor de 11,6% de rentabilidad, si se compara con la tasa mínima del inversionista apenas la supera. Esto implica que por cada colón invertido tendría una ganancia de retorno de ¢0,11.

El nivel de apalancamiento en este escenario sin proyecto es significativamente más bajo, al respecto el monto de deuda es de ¢3 621 161 apenas representa un 8,1% del monto que se debía financiar en el escenario con proyecto. Dado que este escenario representa un mayor riesgo para

el productor debido a que solo se estaría produciendo una parte de la parcela con la disponibilidad limitada de agua de la ASADA, en donde claramente se refleja en el flujo de caja una baja producción en la época seca, la disposición de invertir con recursos propios por parte del productor es un monto máximo de un ¢1 500 000. En el escenario con proyecto SCALL, el productor recupera su inversión de capital propio de ¢5 000 000 en un lapso de 3 años obteniendo ganancias de más de ¢11 000 000 y con el escenario sin proyecto debe esperar mínimo 5 años para recuperar la inversión de ¢1 500 000 de sus recursos propios, obteniendo ganancias que no superan el 4% de lo obtenido en el primer escenario con el proyecto SCALL.

11.7. Análisis de sensibilidad del proyecto

La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados (Sapag y Sapag, 2008).

La rentabilidad del proyecto de implementación del sistema de agua llovida (SCALL) como innovación tecnológica depende directamente del proceso productivo de la parcela que en este caso se trata de culantro castilla en ambiente protegido y que tiene que venderse para financiar la implementación de dicho sistema. Por tal razón para la sensibilización del proyecto se considera utilizar las variables del precio de venta versus el volumen de producción y precio de venta versus costo operativo, las cuales son las que pueden provocar variaciones significativas en el VAN y cuyo análisis será sensibilizar hasta donde puede darse los valores mínimos que permitan que el proyecto siga siendo rentable.

Para el primer escenario de sensibilización (cuadro 67) se usó como parámetros de evaluación un incremento y disminución en el volumen de producción del 5% hasta un 20% tomando como referencia el volumen de venta del primer año y el máximo volumen proyectado anual a partir del segundo año hasta el final del ciclo. Por otro lado, se calculó un incremento y disminución en el precio del rollo de culantro que va del 10% hasta un 40% sobre el precio base ponderado de ¢172.

Para el escenario 2 de sensibilización (cuadro 68) se usó la relación de variables Costo operativo y precio de venta de producto, en donde para el costo de operación se usó un porcentaje de incremento y decrecimiento tomando como base la inflación acumulada proyectada para el año 2021 de un 3% (datos del Banco Central de Costa Rica) y con el fin de dar mayor sensibilidad al escenario se dejó una escala de aumento o decrecimiento del costo operativo de un 5% hasta un 20%. Para variable precio de venta de producto, se utilizó la misma proporción que en el escenario 1, es decir un 10% de incremento o decrecimiento del precio, con ello las posibilidades de los escenarios posibles va hasta un 40% de incremento o decrecimiento del precio.

Cuadro 67. Análisis de sensibilidad del VAN según diferentes niveles de volumen de producción vs precio de venta por rollo de culantro

Escenario 1:		Volumen de venta (5%) /precio de venta (10%) crecimiento y decrecimiento							5%	10%
VAN										
€11 655 965	105 560	111 116	116 964	123 120	129 600	136 080	142 884	150 028	155 520	
€113	- 42 051 814	- 41 526 322	- 40 973 172	- 40 390 910	- 39 778 002	- 39 165 094	- 38 521 541	- 37 845 810	- 37 326 371	
€126	- 31 401 475	- 30 817 595	- 30 202 985	- 29 556 027	- 28 875 018	- 28 194 009	- 27 478 950	- 26 728 138	- 26 150 983	
€140	- 19 567 766	- 18 919 011	- 18 236 110	- 17 517 268	- 16 760 591	- 16 003 915	- 15 209 405	- 14 375 169	- 13 733 886	
€155	- 6 419 200	- 5 698 361	- 4 939 583	- 4 140 869	- 3 300 117	- 2 459 366	- 1 576 577	- 649 648	62 888	
€172	8 190 318	8 991 250	9 834 337	10 721 797	11 655 965	12 590 133	13 571 010	14 600 931	15 392 638	
€190	22 799 835	23 680 861	24 608 257	25 584 462	26 612 047	27 639 633	28 718 597	29 851 509	30 722 388	
€209	38 870 305	39 839 433	40 859 568	41 933 394	43 063 738	44 194 082	45 380 942	46 627 146	47 585 112	
€230	56 547 821	57 613 862	58 736 011	59 917 220	61 160 598	62 403 976	63 709 523	65 080 347	66 134 110	
€252	75 993 089	77 165 734	78 400 098	79 699 428	81 067 143	82 434 859	83 870 961	85 378 867	86 538 006	

Cuadro 68. Análisis de sensibilidad del VAN según diferentes niveles de Costos de operación vs precio de venta por rollo de culantro

Escenario 2:		Costo operación (5%) / precio venta producto (10%) crecimiento y decrecimiento							5%	10%
VAN										
€11 655 965	€12 775 680	€13 448 084	€14 155 878	€14 900 924	€15 685 183	€16 469 442	€17 292 914	€18 157 560	€19 065 438	
€113	- 38 691 197	- 38 942 364	- 39 206 751	- 39 485 053	- 39 778 002	- 40 070 951	- 40 378 548	- 40 701 524	- 41 040 650	
€126	- 27 788 213	- 28 039 380	- 28 303 767	- 28 582 069	- 28 875 018	- 29 167 967	- 29 475 564	- 29 798 540	- 30 137 666	
€140	- 15 673 786	- 15 924 954	- 16 189 340	- 16 467 642	- 16 760 591	- 17 053 540	- 17 361 137	- 17 684 114	- 18 023 239	
€155	- 2 213 312	- 2 464 480	- 2 728 866	- 3 007 168	- 3 300 117	- 3 593 066	- 3 900 663	- 4 223 639	- 4 562 765	
€172	12 742 770	12 491 603	12 227 216	11 948 914	11 655 965	11 363 016	11 055 419	10 732 443	10 393 318	
€190	27 698 853	27 447 685	27 183 299	26 904 997	26 612 048	26 319 098	26 011 502	25 688 525	25 349 400	
€209	44 150 543	43 899 376	43 634 989	43 356 687	43 063 738	42 770 789	42 463 192	42 140 216	41 801 091	
€230	62 247 403	61 996 236	61 731 849	61 453 547	61 160 598	60 867 649	60 560 052	60 237 076	59 897 950	
€252	82 153 948	81 902 781	81 638 394	81 360 093	81 067 144	80 774 194	80 466 598	80 143 621	79 804 496	

El resultado del primer escenario (cuadro 67) muestra que si el volumen de producción de referencia (129 600 rollos) empieza a caer de un 5% hasta un 20% pero se mantiene el precio base de ¢172 / rollo, el Valor actual neto sigue siendo positivo por un monto de ¢8 190 318 pero si el precio cae un 10% con respecto al precio de referencia aun manteniendo el mismo volumen de producción de 129 600 rollos, el Valor Actual Neto es negativo (-¢3 300 117). Es importante destacar que cuando se alcance el volumen de producción máximo que se proyecta en la parcela (155 520 rollos / año) el Valor Actual Neto generará valores negativos en el momento que el precio de referencia tenga una disminución del 20% en adelante.

Según los resultados generados en el segundo escenario (cuadro 68), el costo de operación puede incrementar paulatinamente de un 5% hasta un 20% y manteniendo el precio base de referencia de ¢172, el proyecto se mantiene rentable, tal como se observa en el cuadro anterior el VAN se mantiene positivo, con un valor de ¢10 393 318. Ahora bien, si el precio disminuye en un 10% con respecto al precio de referencia base y se mantiene el costo de operación de referencia, el valor del VAN cae y genera pérdidas por ¢3 300 117, en donde ya el proyecto deja de ser rentable.

Finalmente se puede observar que aún si los costos de operación se reducen hasta en un 20% pero el precio de referencia disminuye en un 10%, el valor del VAN es negativo y generaría pérdidas por ¢2 213 312, con lo cual el proyecto deja de ser rentable. Es importante detallar que aumentos en el precio por encima del precio de referencia logra mantener rentable el proyecto aun con incrementos de costos de operación de hasta un 20%.

Sobre este mismo escenario de sensibilización se hicieron 2 valoraciones adicionales, la primera fue encontrar cual es el precio mínimo al que se puede vender el producto teniendo que el precio de venta de referencia decrece entre un 5% hasta un 20% y manteniendo los incrementos en el costo de operación de un 5% hasta un 20%, los resultados se muestran en el cuadro 69. Por otro lado, se generó otro escenario de sensibilización (cuadro 70) en donde se estableció un incremento de los costos de operación de entre un 35% hasta un máximo de 140% y teniendo variaciones de crecimiento y decrecimiento en el valor de precio de referencia de venta de ¢172 / rollo de entre un 10% hasta un 40%.

Tal como lo muestra el cuadro 69, un aumento del 20% en los costos de operación implica que del costo de referencia de ¢15 685 183 se incrementa a ¢19 065 438, si el precio de venta de referencia disminuye en un 5%, es decir baja a ¢164 / rollo, el proyecto se mantiene rentable, dado que el VAN generaría ganancias por ¢2 915 276. Si el precio de ¢164 / rollo cae en un 5% el proyecto deja de ser rentable aún si los costos operativos disminuyen hasta en un 20%.

Según el resultado expresado en el cuadro 70, si los costos de operación se incrementan en un 140% y se mantiene el precio de referencia, el VAN es negativo (-¢1 945 703), sin embargo, si los costos operativos se incrementan en un 105% con respecto al costo de referencia, el VAN sigue siendo positivo (¢3 099 651 de ganancia). Si el precio base de referencia cae en un 10%, es decir pasa de ¢172 a ¢155 por rollo y los costos de operación disminuyen en un 70%, el VAN sigue siendo positivo (¢83 446).

En un caso hipotético de soportar una escala de incremento de costos operativos que lleguen hasta un 140%, el precio de referencia de venta debe incrementarse en un 10% para que el VAN sea positivo y el proyecto siga siendo rentable generando una ganancia de ¢13 010 380, tal como se muestra en el cuadro 70.

Finalmente, se evaluó el impacto de usar el índice estacional de precio por debajo del promedio que se calculó en los últimos 5 años según estadísticas de CENADA, cuyo dato es un 28% en un escenario de sensibilización en donde también se hace una disminución paulatina del volumen de producto vendido relacionado a un escenario de disminución de lluvias. El resultado reflejado en el cuadro 71 es que el precio sigue siendo el factor sensible a variación si éste disminuye con respecto al precio de referencia. Con respecto al impacto de la disminución de las lluvias, en el cuadro 72 se muestra la variación del volumen de venta según la tasa en que las lluvias disminuyen, tomando como referencia el porcentaje promedio más bajo de lluvias en los últimos 5 años con respecto al promedio de precipitación el cual corresponde al año 2019 en donde hubo un 24% menos metros cúbicos llovidos con respecto al promedio de los 5 años de análisis.

Cuadro 69. Valoración del VAN según diferentes niveles de Costos de operación vs precio de venta por rollo de culantro con un rango de decrecimiento / incremento del 5%

Escenario 2:	Costo operación (5%)/ precio venta producto (5%) crecimiento y decrecimiento								5%	5%
VAN										
€11 655 965	€12 775 680	€13 448 084	€14 155 878	€14 900 924	€15 685 183	€16 469 442	€17 292 914	€18 157 560	€19 065 438	
€140	- 14 999 828	- 15 250 995	- 15 515 382	- 15 793 684	- 16 086 633	- 16 379 582	- 16 687 179	- 17 010 155	- 17 349 280	
€148	- 8 588 342	- 8 839 510	- 9 103 896	- 9 382 198	- 9 675 147	- 9 968 096	- 10 275 693	- 10 598 670	- 10 937 795	
€156	- 1 839 410	- 2 090 577	- 2 354 964	- 2 633 266	- 2 926 215	- 3 219 164	- 3 526 761	- 3 849 737	- 4 188 863	
€164	5 264 729	5 013 562	4 749 175	4 470 873	4 177 924	3 884 975	3 577 378	3 254 402	2 915 276	
€172	12 742 770	12 491 603	12 227 216	11 948 914	11 655 965	11 363 016	11 055 419	10 732 443	10 393 318	
€181	20 220 811	19 969 644	19 705 257	19 426 956	19 134 006	18 841 057	18 533 461	18 210 484	17 871 359	
€190	28 072 755	27 821 587	27 557 201	27 278 899	26 985 950	26 693 000	26 385 404	26 062 427	25 723 302	
€200	36 317 295	36 066 128	35 801 741	35 523 439	35 230 490	34 937 541	34 629 944	34 306 968	33 967 842	
€210	44 974 062	44 722 895	44 458 508	44 180 207	43 887 258	43 594 308	43 286 712	42 963 735	42 624 610	

Cuadro 70. Valoración del VAN con un rango de decrecimiento / incremento del 35% en los Costos de operación vs precio de venta por rollo de culantro con el rango establecido de 10% de decrecimiento / incremento

Escenario 2:	Costo operación (35%)/ precio venta producto (10%) crecimiento y decrecimiento								35%	10%
VAN										
€11 655 965	€2 799 903	€4 307 543	€6 626 990	€10 195 369	€15 685 183	€21 174 997	€28 586 246	€38 591 432	€52 098 433	
€113	- 34 964 883	- 35 528 041	- 36 394 439	- 37 727 358	- 39 778 002	- 41 828 646	- 44 597 016	- 48 334 316	- 53 379 670	
€126	- 24 061 899	- 24 625 057	- 25 491 455	- 26 824 374	- 28 875 018	- 30 925 662	- 33 694 032	- 37 431 332	- 42 476 686	
€140	- 11 947 472	- 12 510 631	- 13 377 028	- 14 709 947	- 16 760 591	- 18 811 236	- 21 579 606	- 25 316 905	- 30 362 259	
€155	1 513 002	949 843	83 446	- 1 249 473	- 3 300 117	- 5 350 762	- 8 119 131	- 11 856 431	- 16 901 785	
€172	16 469 084	15 905 926	15 039 529	13 706 610	11 655 965	9 605 321	6 836 951	3 099 651	- 1 945 703	
€190	31 425 166	30 862 008	29 995 611	28 662 692	26 612 048	24 561 403	21 793 033	18 055 734	13 010 380	
€209	47 876 857	47 313 699	46 447 302	45 114 383	43 063 738	41 013 094	38 244 724	34 507 424	29 462 070	
€230	65 973 717	65 410 558	64 544 161	63 211 242	61 160 598	59 109 954	56 341 584	52 604 284	47 558 930	
€252	85 880 262	85 317 104	84 450 707	83 117 788	81 067 144	79 016 499	76 248 129	72 510 830	67 465 476	

Cuadro 71. Valoración del VAN usando un índice estacional de precios del 28% por debajo del precio promedio y una reducción del volumen de venta contemplando reducciones de lluvias en un año seco (referencia del 2019)

Escenario 3:		Volumen de producción según reducción de lluvias				Índice estacional precio (% por debajo del promedio): 28%			
VAN	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%		
€11 655 965	77 754	85 546	93 314	101 083	108 875	116 643	124 412		129 600
€46	- 99 720 694	- 99 418 832	- 99 117 866	- 98 816 900	- 98 515 039	- 98 214 073	- 97 913 107	-	- 97 712 098
€64	- 84 871 296	- 84 452 044	- 84 034 036	- 83 616 028	- 83 196 775	- 82 778 767	- 82 360 759	-	- 82 081 580
€89	- 64 247 133	- 63 664 838	- 63 084 271	- 62 503 704	- 61 921 410	- 61 340 843	- 60 760 276	-	- 60 372 528
€124	- 35 602 462	- 34 793 719	- 33 987 376	- 33 181 033	- 32 372 291	- 31 565 948	- 30 759 605	-	- 30 221 066
€172	4 181 804	5 305 058	6 424 978	7 544 899	8 668 152	9 788 073	10 907 993		11 655 965

Cuadro 72. Sensibilización del volumen de producción según la disminución de lluvias tomando como base el año 2019 como el más seco del segmento analizado (2016-2020) en el cual el porcentaje de lluvias fue un 25% menos con respecto al promedio de los 5 años

% reducción lluvias	Volumen captación	Volumen producción (rollos culantro/año)	Área de siembra m2
0	672,6	155 520	2 166
20,0%	538,1	124 412	1 733
25,0%	504,5	116 643	1 625
30,0%	470,9	108 875	1 516
35,0%	437,2	101 083	1 408
40,0%	403,6	93 314	1 300
45,0%	370,0	85 546	1 191
50,0%	336,3	77 754	1 083

12. Conclusiones y recomendaciones

Luego de analizar el comportamiento de mercado del cultivo de culantro como el producto que será el bien por producir para la implementación del proyecto del sistema de captación de agua llovida en la parcela bajo estudio, se establece que es una de las hortalizas de hoja verde de mayor consumo a nivel nacional pero que a su vez es muy sensible a la variación de factores climáticos y a la dinámica de mercado.

El hecho de que la mayor parte de la producción nacional es para consumo fresco, limita la posibilidad de generar precios más atractivos por la ausencia de elementos que den valor agregado en la cadena de comercialización, por lo tanto, su variación de precio es muy alta porque está directamente relacionado con la oferta y demanda.

Este aspecto de variación de precio está íntimamente relacionado con las estaciones seca y lluviosa, ya que durante los meses más secos la oferta es mayor que la demanda y propicia que generalmente los precios de mercado pagados al productor sean bajos. Por su parte durante la época lluviosa disminuye la producción por causa del daño mecánico por efecto de las lluvias y generación de condiciones de alta humedad y calor que favorecen la aparición de enfermedades y patógenos, como consecuencia los precios aumentan. Para la parcela en evaluación, poder contar con una fuente de agua que no entraría en competencia con el uso de aguas potable u otras fuentes agotables no solo genera un impacto ambiental positivo, sino también una diferenciación con respecto a otras unidades productivas que de igual forma tienen las mismas limitantes y demanda por el recurso hídrico para producir durante la época seca. Esta tecnología brinda la oportunidad para diluir el costo de inversión tanto del SCALL como de la renovación en infraestructura para producir durante todo el año y esto le facilitaría ingresar a mercados minoristas con mejores oportunidades de colocación y de precio.

Las posibilidades de mejorar las condiciones de comercialización de este producto se encuentran en mejorar la calidad del mismo minimizando el daño por agentes climáticos y todos los problemas asociados a los excesos de lluvias o al faltante de éstas, por lo que el uso de herramientas tales como el establecimiento del cultivo en un sistema de ambiente protegido

ayuda a minimizar los efectos negativos que el cultivo puede experimentar si está totalmente expuesto a las condiciones ambientales externas (lluvias, radiación, viento, patógenos, etc.) y además sumar a este modelo de producción la implementación de la técnica de cosecha de agua como una tecnología novedosa y amigable con el ambiente que permita suministrar agua en la época del año en donde las condiciones son secas y de mayor demanda de recurso hídrico.

Estas son herramientas que pueden no solo garantizarle a los productores una producción estable y eficiente durante el año, sino que puede facilitarles el acceso a mercados de colocación más estable y con una negociación de precios más equilibrada de lo que normalmente se encuentra en los mercados mayoristas (CENADA) en donde el precio es ajustado por el mercado mismo y en donde no se consideran los esfuerzos e inversiones que el productor hace para producir bien y mejor.

Se considera que las condiciones de ubicación de la parcela bajo estudio cuentan con factores climáticos y topográficos aptos para implementar tanto el modelo de producción bajo ambiente protegido, así como para contar con un sistema de captación de agua llovida que contribuya con aportar un porcentaje importante del requerimiento de agua para su operación durante el año.

Dentro del análisis del marco legal del recurso hídrico a nivel nacional, se verificó la tramitología que se requiere para el uso y aprovechamiento de fuentes de agua subterránea a raíz de la ausencia de una fuente propia de agua en la parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno, al respecto el proceso de solicitud puede ser presentado en físico en el Departamento de Dirección de Agua del MINAE o bien se puede hacer en plataforma digital. Para aspirar a obtener la concesión de aprovechamiento de un pozo se requiere de requisitos previos tales como estudios especializados en hidrogeología y estudio de interferencia los cuales representan un costo elevado de primera entrada sin que eso signifique la obtención de la concesión.

Adicionalmente el camino a seguir antes de obtener la viabilidad ambiental para el volumen de aprovechamiento de agua requiere de trabajos de perforación que incluyen un reporte, pruebas de bombeo y análisis físico, químico y microbiológico, cuyos rubros van sumando al costo global para obtener la concesión del pozo, en donde el rubro de costo de perforación por parte de una empresa especializada va a depender de la profundidad requerida.

La concesión de un pozo de agua si bien es una alternativa para suplir a la parcela de agua para las labores agrícolas, conlleva un costo que no es ni más ni menos que otros métodos alternativos, pero que cuenta con el inconveniente de que el trámite puede durar un amplio lapso que definitivamente dejaría en un rango de incertidumbre el valor final del monto de inversión.

Al abordar la inclusión del sistema de cosecha de agua en el modelo productivo propuesto para la parcela desde el punto de vista de impacto ambiental, se establece que hay varios factores positivos que justifican inclinar la decisión de inversión en esta técnica como alternativa de fuente de agua para riego. Primero se identifican aspectos técnicos favorables para la viabilidad del proyecto tales como las condiciones topográficas con la inclinación necesaria para favorecer la escorrentía, promedio de precipitaciones anuales suficientes para captar gran parte del volumen necesario y estructuras existentes que puede sumar en la captación de agua pluvial.

En segundo lugar, las justificantes desde el punto de vista ambiental son la ausencia de áreas ambientalmente frágiles cercanas, y el aprovechamiento de agua llovida el cual minimiza el uso de fuentes de agua potable. La parcela, cuenta con un nivel de inclinación óptimo para la conducción de agua pluvial hacia los sistemas de captación, por lo que se aprovecha el factor de gravedad y se evita el uso de fuentes de energía tales como estaciones de bombeo los cuales implicaría usar electricidad o combustible. En ambos casos el ahorro energético y de emisiones de carbono es un aspecto muy positivo para el medio ambiente, además de que el riego con agua llovida en la plantación garantiza condiciones bastante inocuas a diferencia de usar otras fuentes de agua no potable.

El establecimiento de un sistema de captación de agua llovida (SCALL) conlleva una serie de trámites antes de iniciar su implementación, por ejemplo, la construcción de los sistemas de captación de agua pluvial requiere de un diseño basado en un estudio hidrológico el cual debe ser elaborado por un profesional a fin, luego requiere de la realización del trámite de viabilidad ambiental en SETENA y finalmente los respectivos permisos del gobierno local. El umbral de tiempo que se estimaría para completar todo este proceso podría darse a cabo en un período aproximado de entre siete a nueve meses.

La fase de estudio técnico hidrológico el cual es de los más relevantes para un proyecto de esta naturaleza requiere de la visita de campo por parte del profesional y su posterior análisis de los datos y la elaboración del documento correspondiente en el cual su elaboración podría completarse en no más de tres semanas a partir de la recolección de datos en campo.

Por otro lado, la planificación del establecimiento de siembra y de la implementación del SCALL, así como la tramitología a realizar en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) obteniendo la viabilidad ambiental mediante la herramienta D2 (por ser un proyecto de bajo impacto ambiental) se estima en un plazo no mayor a cuatro meses, de los cuales el proceso de resolución de viabilidad ambiental se estima en dos meses.

Finalmente, la obtención de los permisos municipales los cuales dependen en primera instancia de la viabilidad ambiental, se estima que su obtención rondaría dos meses y finalmente el trámite de financiamiento bancario se proyecta que podría durar alrededor de 2 meses máximo.

De acuerdo con el análisis técnico del proyecto, dentro de los tipos de sistemas de captación de agua llovida acorde con las características de la parcela, el que mejor se adapta es el de captación mediante tanques de almacenamiento o reservorios cuyo almacenaje se da por vía de escorrentía superficial y captación de techos existentes.

Este método de cosecha de agua es parte de los sistemas denominados de Captación externa. Según los datos arrojados en el estudio hidrológico del proyecto, la parcela cuenta con el nivel de inclinación necesaria para favorecer la escorrentía superficial, al respecto se cataloga como una topografía de pendiente suave que en promedio no supera el 8%, además de que la característica del tipo de suelo permita captar hasta un 25% del agua llovida por escurrimiento y con respecto al área de techos existentes se lograría captar el 90% del agua escurrida en éstos.

Con estos valores obtenidos la capacidad potencial de almacenaje durante el año según el régimen de precipitaciones en la zona es de aproximadamente 674 m³ y sin proyecto SCALL, la estimación por consumo del agua de ASADA proyectada para sembrar toda la parcela durante la época seca sería de 598m³.

La organización de la parcela para ejecutar el proyecto contará con el área de siembra de culantro castilla distribuidos en 40 módulos de macro túneles para producir en ambiente protegido y para el sistema de captación de agua llovida se ubicarán dos reservorios de iguales dimensiones los cuales tendrán una huella máxima de 150 m² cada uno. Una de estas estructuras estará en el punto inicial de la pendiente del terreno y el segundo en un sector intermedio del terreno, en ambos casos se podrá aprovechar el riego por gravedad y el sistema a utilizar será por goteo el cual es más eficiente y no requiere de un sistema de presión como otros sistemas.

Según los cálculos del estudio técnico el costo de inversión total del proyecto incluyendo la siembra e instalación de módulos de ambiente protegido y la correspondiente estructura de captación de agua llovida con todos los costos incluidos de estudios y permisos asciende a ¢49 630 722 el cual es un monto elevado para un área de cultivo de aproximadamente de 3 136m², sin embargo, de ese monto de inversión el sistema de captación de agua llovida representa aproximadamente un 77,5% de la inversión total.

Cabe indicar que se evaluó la amortización del préstamo de manera anticipada, así que en un plazo de préstamo mayor generará una presión financiera menor, y dicha condición podría hacer el proyecto aún más rentable.

Se evaluaron 2 escenarios, uno con proyecto (instalación de un sistema de captación de agua llovida) y otro sin proyecto. El factor diferenciador de los escenarios consiste en que con el proyecto SCALL, el productor podría sembrar de forma constante toda el área disponible de la parcela durante el año, situación que actualmente no es posible por la limitante de agua. Además, el impacto ambiental positivo que esta tecnología genera en que minimiza la competencia por el uso del recurso de agua potable durante la época seca y que la zona geográfica donde se ubica hay varias unidades productivas con las mismas limitantes.

En el caso del proyecto sin SCALL, la situación productiva de la parcela se ve limitada para desarrollar un sistema productivo que pueda maximizar y aprovechar el área disponible, dado que la época seca representa un factor crítico por la escasez de agua disponible para riego y en

donde solo se puede producir con la disponibilidad de agua que permite la ASADA siempre y cuando no exista algún factor que obligue a racionamientos.

En este escenario se calculó que el área máxima que podría aprovecharse en la época lluviosa es de aproximadamente 1095 m², con lo cual se pasaría de tener 14 macro túneles en producción durante la época seca a 24 módulos en época de lluvias. Entre los factores limitantes en este escenario es que requiere de una inversión que, si bien es mucho menor que en el escenario del proyecto SCALL, parte de la infraestructura que se usaría para la época lluviosa quedaría en ocio al menos durante 4 meses al año, teniendo en cuenta que parte de la inversión inicial para este escenario se financiaría con un préstamo. Este es un aspecto financieramente poco atractivo para un inversionista.

Luego de evaluar ambos escenarios, el más rentable fue el escenario que incluye la inversión en el sistema de cosecha de agua.

El escenario sin proyecto SCALL, arroja parámetros de rentabilidad apenas aceptables y que se quedan bastante cortos con respecto a los resultados que se obtuvieron en el escenario con proyecto. Además, en este escenario se mantiene latente el grado de incertidumbre que genera depender de una fuente de agua que es limitada y que no es propiamente adjudicada para uso del riego y que por lo tanto existe el riesgo de que la parcela quede privada de su uso por condiciones de alta demanda.

Sin embargo, en el análisis de sensibilidad se analizó el escenario de una disminución de lluvias, para lo cual se revisó cual fue el año de los últimos 5 años analizados (2016-2020) que registró menor volumen de agua llovida y se generó el promedio correspondiente con el fin de compararlo con el promedio de los últimos 5 años, al respecto se pudo determinar que en el año 2019 el volumen de precipitación fue aproximadamente un 24,24% menos que el promedio de los 5 años.

Con este dato se calculó en cuanto afectaría el volumen de captación de los reservorios y en consecuencia cuanto afectaría el volumen de producción si en un año particular lloviera un 25%

menos del promedio. El resultado fue que hipotéticamente la captación sería apenas de 504 m³, con ello la producción caería a 116 643 rollos de culantro al año, aún en el escenario de que se produzca una condición de sequía más severa en donde en un año particular el volumen de lluvia sea hasta de un 40% o 45% menos con respecto al promedio, el volumen de venta sería aún superior al que se proyectó con el escenario sin proyecto tal como se puede ver en el cuadro 70 en donde se muestra la sensibilización del volumen de captación según la disminución de agua llovida.

En una condición de este tipo en donde un fenómeno atmosférico provoca una disminución del volumen de precipitaciones y en consecuencia afectaría la captación de agua en los reservorios, también traería consigo que la ASADA de la zona aplique el mecanismo de racionar el suministro de agua para no afectar la disponibilidad para consumo humano y actividades de primera necesidad y por ende dejaría sin efecto la posibilidad de que el productor pudiese compensar la disminución del volumen captado en el SCALL con agua del acueducto.

De acuerdo con los resultados generados en los escenarios con y sin proyecto, así como de los análisis de sensibilidad, la ruta de decisión es optar por el escenario con proyecto (SCALL), el VAN genera valores que comparativamente con el escenario sin proyecto representan aproximadamente 23 veces más ganancias en el ciclo de proyecto. En los escenarios 1 y 2, la tasa de costo de capital es más alta en el escenario sin proyecto por dos elementos importantes considerados, el primero es que en el escenario 1 la inversión que el productor pone de su patrimonio propio representa apenas un 10% de la inversión total para implementar el proyecto, dando como segundo elemento una alternativa de riego que más segura que la dependencia del suministro del acueducto rural, mientras que en el escenario 2 (sin proyecto) la inversión que el productor haría de su patrimonio representa casi el 30% de la inversión total que requiere para cultivar parte de la parcela incluyendo inversión en infraestructura de macrotúneles y apalancamiento y en donde la seguridad de la inversión es más riesgosa por la ausencia de una fuente real y propia de suministro de riego y la incertidumbre de que ante una merma de la capacidad de éste se priorice el consumo humano.

Además, desde el punto de vista ambiental, propicia beneficios gracias al ahorro de agua potable y el aprovechamiento de una fuente que no generaría focos de emisiones ni gasto de alguna fuente de energía.

Por otro lado, es una alternativa que brinda mayor seguridad para lograr mantener el cultivo durante todo el año y que no está sujeta a presiones ni competencia por demanda del recurso por el consumo humano. Gracias a esta posibilidad de producción constante, genera una oportunidad de mercado para la colocación del producto con mejores condiciones para el productor, además implica un beneficio social al dar una fuente de trabajo fija al menos a dos personas contemplando el pago de cargas sociales.

A pesar de estos beneficios que se derivan de este proyecto, es claro que siempre estará implícito el factor de cambio climático que puede variar las condiciones evaluadas y por ello al realizar en el análisis de sensibilidad el ejercicio de un escenario hipotético de disminución de lluvias de hasta un 50% con respecto al promedio, el sistema de agua llovida propuesto permitiría captar agua de salvamento para atender el cultivo en una proporción de producción similar al propuesto con el escenario sin proyecto en el cual se utiliza en gran parte agua del acueducto para suplir la época seca en el volumen máximo permitido por la ASADA ($60 \text{ m}^3/\text{mes}$), logrando así evitar el conflicto que se genera por el uso del agua para riego en cultivos versus la prioridad de consumo humano.

La viabilidad del proyecto también se da gracias a que en la parcela ya existían edificaciones que proporcionaron un área de techos de 290 m^2 , lo que ayudó a compensar las limitantes en el caudal de escorrentía sobre el suelo que tiene la propiedad por las características del tipo de suelo y su estructura (andisoles) el cual la proporción de partículas de arena es mayor con relación a los limos y arcillas presentes y este factor hace que estos suelos sean altamente permeables y en consecuencia tienden a generar coeficientes de escorrentía bajos, es decir el caudal de agua que corre superficialmente es más reducido que en suelos más impermeables (arcillosos).

En un caso contrario a la existencia de infraestructura que ayude a aumentar la capacidad de captación de agua pluvial, el productor se vería obligado a realizar una inversión adicional en impermeabilizar un área adicional para generar mayor coeficiente de escorrentía, condición que también sacrifica área de siembra. La implementación de un SCALL es una herramienta para que el sector productivo se adapte al cambio climático y en donde el aprovechamiento del agua de lluvia puede empezar con acciones tan sencillas como empezar a aprovechar lo que los techos de bodegas, casas o cualquier otra infraestructura existente en una finca puede generar en volumen de salvamento.

A nivel de recomendación al productor, se sugiere revisar y cotizar con distintos contratistas el monto de inversión de la implementación del sistema SCALL con el objetivo de lograr bajar los costos de inversión en esta tecnología, ya que el monto cotizado de inversión para efectos del proyecto fue dado por una de las empresas especializadas en diseño y construcción de plantas de tratamiento y sistemas de almacenamiento de agua potable, por lo que manejan estándares bastante altos, los cuales no necesariamente tengan que influir en la construcción con el diseño del estudio hidrológico.

Como reflexión final, una vez que se concluyó la evaluación técnica para la implementación de un sistema de captación de agua llovida para la parcela de este estudio, se pone en evidencia la falta de interés estatal por facilitar alternativas de condiciones básicas para el sector productivo como lo es tener acceso a fuentes de suministro de agua.

La revisión de tramitología para optar por una concesión de aprovechamiento de alguna fuente de agua, deriva en un largo y tortuoso camino para cualquier ciudadano en donde hay como mínimo 3 instituciones involucradas en el proceso para obtención de dicha concesión y cada una con una lista de requisitos que le representa al interesado un proceso de aproximadamente 3 años para lograr obtener el aprovechamiento del recurso, este lapso de tiempo definitivamente desestimula el entusiasmo de producir debido a que tira por la borda cualquier planificación de presupuesto o análisis financiero para la factibilidad de un proyecto.

El hecho de que el recurso hídrico subterráneo o superficial es propiedad del Estado, éste no debería someter a una burocracia desmedida que al final ocasiona que las personas opten por aprovechar ilegalmente el recurso por necesidad y que a la final se termina generando un severo impacto ambiental debido a que la explotación del recurso se realiza sin base técnica y científica, y que paradójicamente los excesivos controles y trámites buscan evitar.

Las instituciones rectoras de administrar el recurso del agua (Dirección de Agua, SENARA, AYA entre otras), deben de generar plataformas de trámites simplificadas en donde el costo que implica el proceso de concesión sea compensado con una respuesta que dure unos pocos meses y no periodos groseros de hasta 3 o más años. En la medida de que los trámites sean más ágiles se podría minimizar los impactos ambientales negativos al recurso propiamente como lo es la sobreexplotación.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado, D. (2003). Primeros 100 Años de Marco Legal Costarricense sobre Recursos Hídricos 1884 -1984. Retrieved October 11, 2021, from http://www.da.go.cr/wp-content/uploads/2016/07/DIRECCION_AGUA_JULIO_2013_ARTICULO_100_A%C3%91OS_DEL_MARCO_LEGAL_HIDRICO.pdf.
- Arias, A. C. (2012). Suelos Tropicales (2.a ed.). EUNED.
- Astorga Espeleta, Y. (2016). Gestión del recurso hídrico en Costa Rica. Revista Trimestral Sobre La Actualidad Ambiental, Ambientico 260.
- Banco Central de Costa Rica. (2021). Indicadores económicos. BCCR. <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos>.
- Bongiovanni Ferreyra, M. (2018, January 26). Reservorios de agua y riego por goteo en producciones hortícolas. Retrieved October 10, 2021, from <https://inta.gob.ar/noticias/reservorios-de-agua-y-riego-por-goteo-en-producciones-hortícolas>.
- Blanco, P. (2015). América Central será más seca y caliente en 2050. CRISOL, Universidad de Costa Rica, 29, pp.33-34.
- Cajina, M & Faustino, J. (2007). Alternativas de captación de agua, la esperanza de mejores cosechas y la conservación ambiental. agosto, 2019, de CATIE Sitio web: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/263>.

- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. UAIS Sustentabilidad.
<https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r76250.PDF>.
- Carvajal, R. (2015). Estudio de viabilidad de cosecha de agua de lluvia en Reserva Conchal para su utilización en riego del campo de golf. Sede universitaria Rodrigo Facio: Universidad de Costa Rica.
- Chicangana, D. (2014). Evaluación de Densidades de Siembra en dos Cultivares de Cilantro *Coriandrum sativum* L. Centro experimental Universidad Nacional "CEUNP". Sede Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Córdoba, Marcial. (2006). Formulación y Evaluación de Proyectos. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Corrales, L. (2010). Cuarto Informe Estado de la Región. febrero, 2020, de Estado de la Nación Sitio web: <http://repositorio.conare.ac.cr:8080/rest/bitstreams/c8792e19-e82b-4649-bdd9-38f6b741c068/retrieve>.
- Cortés, A., Zeledón, F., & Alpízar, F. (2014). La consolidación del Estado en Costa Rica a partir de los servicios públicos (agua, electricidad e infraestructura). Fundación Friedrich Ebert.
- El Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. (1942). Ley de Aguas (No. 276). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&strTipM=TC.

El Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. (1923, mayo). Ley de Inspecciones Cantonales de Aguas (No. 15). Dirección de Agua.

<https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/06/Ley-Inspectores-cantonales-N%C2%B0-15.pdf>.

El Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. (1941, octubre). Ley de Agua (No. 16). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=38975.

El Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. (1942, agosto). Ley de Aguas (No. 276). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/TextoCompleto/NORMAS/1/VIGENTE/L/1940-1949/1940%201944/1942/2EAE/11950_91553-4.html.

EL Presidente de la República el Ministro del Ambiente y Energía. (2005, agosto).

Decreto Ejecutivo Canon por Concepto de Aprovechamiento de Aguas (No. 32868). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=56341&nValor3=83806&strTipM=TC.

EL Presidente de la República el Ministro del Ambiente y Energía. (2000, noviembre).

Decreto Ejecutivo Red Nacional de Cuencas Hidrográficas (No. 29238). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=45754&nValor3=48226&strTipM=TC&lResultado=6&nValor4=1&strSelect=sel.

El Presidente de la República y los Ministros de Economía, Industria y Comercio; de Hacienda; Agricultura y Ganadería; y la Ministra de Planificación Nacional y Política Económica. (2015, marzo). Reglamento a la Ley No 9274, “Reforma Integral de la Ley No 8634, Ley del Sistema de Banca para el Desarrollo y Reforma de Otras Leyes” (No. 9274). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=79061&nValor3=99822&strTipM=TC.

El Presidente de la República, El Ministro de Agricultura y Ganadería y El Ministro de Obras Públicas y Transporte. (2002, septiembre). Decreto Procedimiento Transitorio para la Revisión Técnica Vehicular de los Pequeños y Medianos productores agropecuarios (No. 30709-MAG-MOPT). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=49283&nValor3=86146&strTipM=TC.

El Presidente de la República, El Ministro del Ambiente y Energía, La Ministra de Salud, El Ministro de Obras Públicas y Transportes, El Ministro de Agricultura y Ganadería y El Ministro de Economía, Industria y Comercio. (2004, mayo). Decreto Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) (No. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53029&nValor3=93264&strTipM=TC.

El Presidente de la República, La Ministra de Hacienda y el Ministro de Agricultura y Ganadería. (2019, octubre). Decreto Constitución del Régimen Especial de Tributación para el sector agropecuario relativo al Impuesto sobre el Valor Agregado (No. 41943-H-MAG). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=89770&nValor3=117943&nValor4=NO&strTipM=TC.

El Presidente de la República y la Ministra de Hacienda. (2019, junio). Reglamento de la Ley del Impuesto sobre el Valor Agregado (No. 41779). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=88953&nValor3=116920&strTipM=TC.

El Presidente de la República y los Ministerios de Agricultura y Ganadería, Salud, Ambiente y Energía. (2009, mayo). Decreto Reglamento para Quemadas Agrícolas Controladas (No. 35368-MAG-S-MINAE). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=65927.

El Presidente de la República, la Ministra de Hacienda y el Ministro de Agricultura y Ganadería. (2019, junio). Decreto Ejecutivo Aprueba Reglamento de Insumos agropecuarios y veterinarios, insumos de pesca no deportiva y conformación del registro de productores agropecuarios y reforma Reglamento de la Ley del Impuesto sobre el Valor Agregado (No. 41824-H-MAG). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89157&nValor3=116919&strTipM=TC.

Dinámica en Soluciones. (2017). Almacenamiento de agua para uso rural [web log]. Retrieved October 10, 2021.

DRCO-MAG. (2016). Informe 2015 A.E.A Tierra Blanca [PowerPoint slides]. Recuperado de: http://www.mag.go.cr/regiones/central_oriental/AEA-tierra-blanca.pdf.

- FAO. (2013). Captación y Almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recuperado de:
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/captacion_agua_de_lluvia.pdf.
- FAO. (2000). Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia Experiencias en América Latina (N.o 13).
<https://www.fao.org/3/ai128s/ai128s00.pdf>.
- Fastener Group Pte Ltd. (2016). Figura 28 Barrera silt fence [Ilustración]. Fastener Group Pte All Construction needs.
<https://www.fastener.com.sg/images/thumbnails/325/325/detailed/6/fabric-fence.jpg>.
- Freeplast. (2021). Caja para verduras o frutas [Fotografía].
<https://freeplast.cl/producto/caja-tomatera/>.
- García Petillo, M., Puppo, L., Hayashi, R., & Morales, P. (2012). Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo. Montevideo, Uruguay; Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y Aguas.
- Google Earth. (2021). Ubicación de Calicata cercana al terreno según coordenadas obtenidas de la app SUELOS CR [Fotografía].
<https://www.google.com/maps/@9.9160891,-83.8814474,918m/data=!3m1!1e3>.
- Guerrero Vargas, C. (2021). Estudio De Hidrología: Cosecha de agua para cultivos de culantro.

- Guillén, G. (2019). Figura 1. Fincas aledañas a la parcela bajo estudio en Potrero Cerrado, Oreamuno. [Fotografía]. Google Earth.
<https://www.google.com/maps/@9.9155581,-83.8818483,257m/data=!3m1!1e3>.
- Guillén, G. (2019b). Figura 2. Centro de poblaciones cercanas a la parcela en evaluación para instalar un sistema de captación de agua llovida. [Fotografía]. Google Earth.
<https://www.google.com/maps/@9.9160258,-83.8848605,1221m/data=!3m1!1e3>.
- Herrera, V. (2002). Riego en áreas pequeñas. Las acciones del SENARA en este campo. *Agronomía Costarricense*, 26(1), pp.73-83.
- INDER. (2016). Región Central caracterización del territorio cartago-oreamuno-El Guarco. Recuperado de: <https://www.inder.go.cr/correque/Caracterizacion-territorio-Cartago-Oreamuno-El-Guarco-La-Union.pdf>.
- INEC. (2011). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Resultados Generales. Recuperado de:
http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/estadisticas/resultados/reoblaccenso2011-15.pdf.pdf.
- INDRHI. (2010). Aumento de la oferta hídrica /instituto nacional de recursos hidráulicos. (indri).
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2018). Manual 5: el mercado y la comercialización. IICA.

Instituto Meteorológico de Costa Rica. (2020). Boletín meteorológico mensual. IMN.

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/355160/ENERO/490190/DICIEMBRE>.

La Asamblea de la República de Costa Rica. (1990, junio). Ley Orgánica del Ministerio del Ambiente, Energía (No. 7152). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=NRTC&nValor1=1&nValor2=10180&strTipM=TC.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2008, abril). Ley Sistema de Banca para el Desarrollo (No. 8634). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=63047.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1973, octubre). Ley General de Salud (No. 5395). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1973, diciembre). Ley de Creación del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas (SENAS) (No. 5438).

Dirección de Agua. https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/07/DIRECCION_AGUA_JULIO_2013_ARTICULO_100_A%C3%91OS_DEL_MARCO_LEGAL_HIDRICO.pdf.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1982, octubre). Ley del Código de Minería (No. 6797). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=45999&nValor3=97668&strTipM=TC.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1983, julio). Ley de Creación de SENARA (Servicio Nacional Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento) (No. 6877). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=9209&nValor3=0&strTipM=FN.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1995, octubre). Ley Orgánica del Ambiente (No. 7554). PGR.

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1996, febrero). Ley Forestal (No. 7575). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2012, septiembre). Ley de Regulaciones Especiales sobre la aplicación de la ley N° 7509, «Ley de Impuesto sobre Bienes Inmuebles», del 9 de mayo de 1995, para Terrenos de uso Agropecuario (No. 9071). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=73354&nValor3=89991&strTipM=TC.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2017, marzo). Ley Impuesto a las Personas Jurídicas (No. 9428). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83731&nValor3=107737&strTipM=TC.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2018, diciembre). Ley de Fortalecimiento de las finanzas públicas (No. 9635). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=87720&nValor3=118801&strTipM=FN.

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1992, octubre). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (No. 7317). PGR.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12648&nValor3=92418.

La Presidenta de la República y la Ministra de Agricultura y Ganadería. (2013, agosto).

Decreto Ejecutivo Sistema de Registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para Certificar la condición de pequeño y mediano productor agropecuario (PYMPA) (No. 37911-MAG). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=75656&nValor3=93929&strTipM=TC.

Instituto Nacional de Seguros – Costa Rica. (2021). ¿Cómo se calcula el precio del seguro? Seguros Costa Rica. Retrieved October 10, 2021, from <https://www.ins-cr.com/seguro-de-riesgos-del-trabajo/calcular-precio-del-seguro/>.

Lerma, H. (2003). Metodología de la investigación. 3ª. edición. Bogotá: Ecoe Ediciones.

MAG. (2016). Boletín Estadístico Agropecuario No. 27. Infoagro.

<http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA27/superficieProduccion.html>.

MAG & Ministerio de Hacienda. (2019). Decreto No. 41943-H-MAG. Diario oficial La Gaceta. <https://www.hacienda.go.cr/Sidovih/uploads/Archivos/Decreto/>.

MAG-MIRENEM. (1990). Decreto N°23214-MAG-MIRENEM. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. Sistema Costarricense de Información Jurídica. Retrieved October 10, 2021, from http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=90001&nValor3=118346.

- Martínez, A. (2007). Estructuras de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia “Aguadas” en los Municipios de Santa Ana y Dolores del Departamento de Petén, Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala.
- Martínez, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. Tecnología en Marcha, 22(No.2). https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/114.
- MEIC. (2021). PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO PARA LA PYME EN COSTA RICA. DIGEPYME. https://www.pyme.go.cr/media/archivo/menu1/Prog_FinanciaPYME_070220.pdf.
- Méndez, J. (2016). Análisis de la Viabilidad de un Sistema de Captura de agua y su Almacenamiento para uso en el Beneficiado Húmedo en la Cooperativa de Caficultores de Pilangosta R.L., Cantón de Hojancha, Guanacaste. Sede Universitaria Rodrigo Facio: Universidad de Costa Rica.
- MINAET, DIRECCIÓN DE AGUA, SENARA, & AYA. (2013). Agenda del Agua Costa Rica 2013–2030. GWP. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpcam_files/documento_de_posicionamiento_agenda_del_agua_nov_20121.pdf.

MINAET, SENARA y AYA. (2012). Agenda del Agua Costa Rica 2013-2030.

Recuperado de:

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpcam_files/documento_de_posicionamiento_agenda_del_agua_nov_20121.pdf.

Ministerio de Trabajo. (2021). Salario de un peón agrícola. MTSS.

https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2021.pdf.

Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2008). Plan Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Dirección de Agua. https://da.go.cr/wp-content/uploads/2018/05/Plan_Nacional_Gestion_Integrada_Recursos_Hidrico.pdf.

Monge, D. (2020). Catálogo de productos crediticios para el Sector Agropecuario 2020.

SEPSA. http://www.sepsa.go.cr/docs/2021-012-Catalogo_productos_crediticios_SectorAgro_2020.pdf.

Municipalidad de Oreamuno. (2014). Reglamento General del Plan Regulador de

Oreamuno. Periódico Oficial La Gaceta No. 64.

https://www.oreamuno.go.cr/wp-content/uploads/2019/07/ALCA10_02_04_2014.pdf.

- Narváez, I. (2013). Percepción sobre la tendencia de caudales, precipitación, temperatura y cambio de uso del suelo con relación al uso y manejo del agua en la zona norte de Cartago, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Peréz de los Reyes, C., & Peréz de los Reyes, M. L. (2018). Estudio de las propiedades de retención de humedad de suelos vitícolas en Castilla- La Mancha (España). Retrieved October 10, 2021, from https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/25/e3sconf_terroircongress2018_01034.pdf.
- Prado, R., & Aguilar, J. (2007, diciembre). Manual de Instalación de Barreras con Geotextil «SILT FENCE» para la medición de La Erosión en parcelas experimentales (Documento técnico No. 4). UCR.
- PYMERURAL & PRONAGRO. (2011). Producción Orgánica de Hortalizas de Clima Templado: Macrotúnel. <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/9-consejos-para-aprovechar-al-maximo-tus-macrotuneles/>
- http://www.senara.or.cr/acerca_del_senara/marco_legal/leyes_senara/6877%20Ley%20de%20creacion%20del%20SENARA.pdf.
- PIMA. (2018). Índice Estacional de Toneladas métricas de culantro castilla del período 2011–2018. SIMM. <http://www.pima.go.cr/simm/>.

Poder Ejecutivo. (1949). Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (No. 449). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11609&nValor3=91164&strTipM=TC.

Poder Ejecutivo. (1953). Ley General de Agua Potable (No. 1634). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6825&nValor3=7296&strTipM=TC.

Poder Ejecutivo. (1961). Ley Constitutiva Instituto Costarricense Acueductos y Alcantarillados (No. 2726). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=37097&nValor3=39114&strTipM=TC.

Poder Ejecutivo. (1988). Decreto Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta (No. 18455-H). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=7241.

Poder Ejecutivo. (1996). Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) (No. 7593). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=26314&nValor3=0&strTipM=TC.

Poder Ejecutivo. (2002). Decreto Ejecutivo Política Nacional Hídrica (No. 30480). PGR.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=48707&nValor3=98600&strTipM=FN.

Programa Integral de Mercadeo Agropecuario. (2015–2019). Toneladas según Cantón por mes para todas las provincias, Producto Culantro Castilla [Conjunto de datos].

Quesada, J. (2017). Determinación de los Requerimientos de agua para diferentes cultivos de la zona norte de Cartago. Cartago, Costa Rica.: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Ramírez Matarrita, R. (2010). Introducción a los cultivos protegidos bajo cobertura plástica en Costa Rica. MAG SUNIL.

Rodríguez, H. (2004). La utilidad de las plantas medicinales en Costa Rica. Heredia, Costa Rica. EUNA. 213 p.

Rodríguez, R., Morris, H., & Morales, D. (2010). Estudio de Viabilidad Técnica y Económica para el Desarrollo de Opciones de Cosecha de Lluvia y Manejo Adecuado en Sistemas de Riego en la Producción Agropecuaria. MAG.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F06-5896.pdf>.

Rosales P, Ramón. (2017). La Formulación y la evaluación de proyectos con énfasis en el sector agrícola, 6ta reimpresión de la 1ra edición, San José, Costa Rica, EUNED.

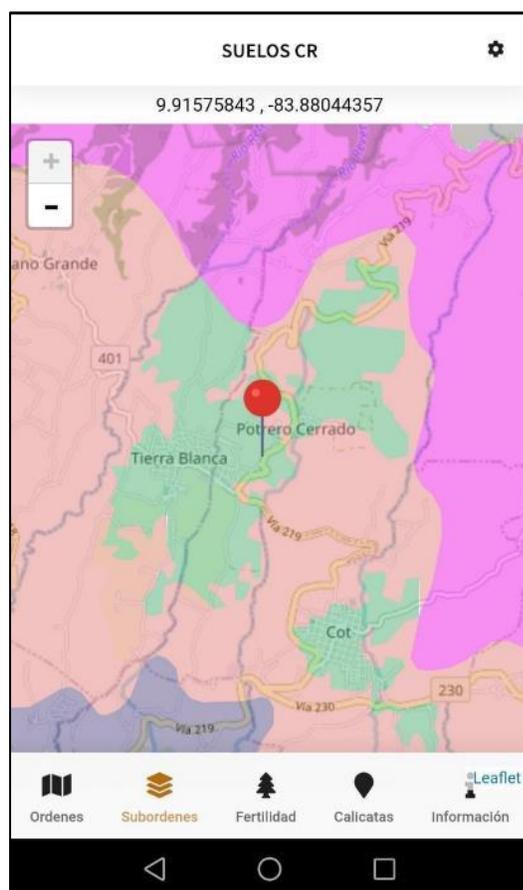
- Salas, C. (2013). La Cosecha de agua de lluvia en zonas áridas y semiáridas. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Santa Cruz, Y., Ordoñez, P., Huamaní, U., & Camiloaga, F. (2008). Cosecha de agua, una práctica ancestral: manejo sostenible de las praderas naturales. DESCO.
http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/desco/20170223015040/pdf_870.pdf.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2008). Preparación y Evaluación de Proyectos (5.a ed.). MacGraw-Hill Interamericana.
- SEPSA. (2020). Serie CRONOLÓGICA 2016–2019. Infoagro.
<http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA30.pdf>.
- PIMA. (2020). Índice Estacional de oferta y precio de culantro castilla. SIMM.
<http://www.pima.go.cr/boletin/>.
- Sitio Solar. (2015). Los Sistemas de Recolección de Agua de Lluvia.
<http://www.sitiosolar.com/los-sistemas-de-recoleccion-de-agua-de-lluvia/>.
- Tencio, R. (2016). Información General de la Región Central Oriental. MAG.
http://www.mag.go.cr/regiones/central_oriental/Inf-General-Region-Oriental-2016.pdf.
- UCR, USDA, ACCS. (2012). Suelos de Costa Rica [Aplicación móvil]. App Store.
http://www.cia.ucr.ac.cr/?page_id=139.

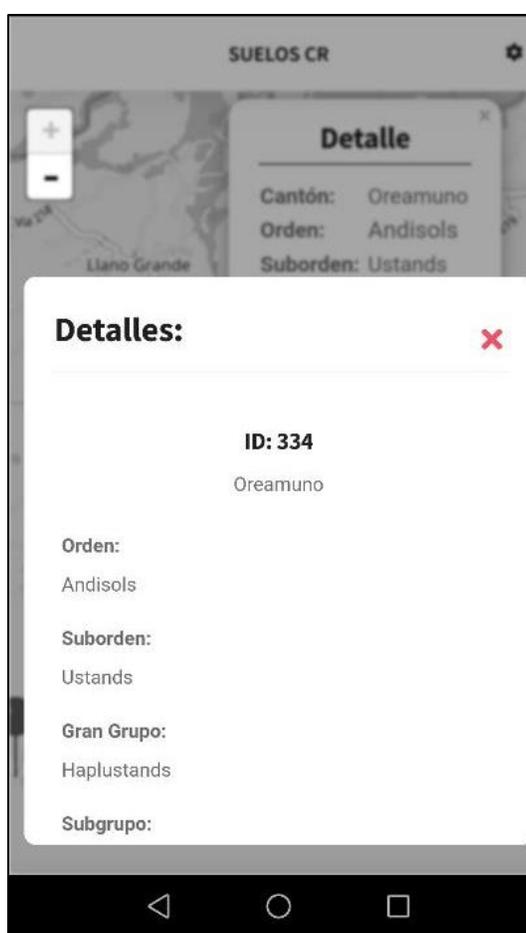
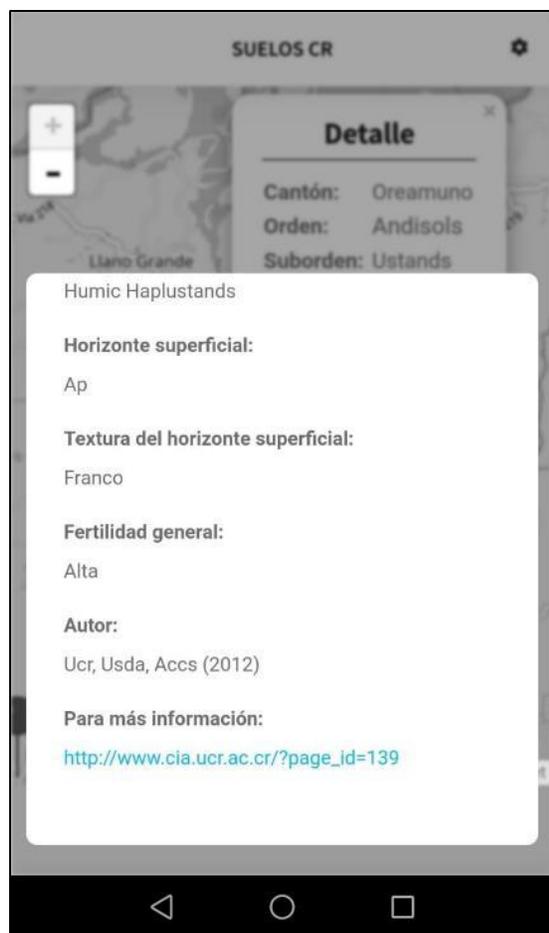
- Universidad Nacional (UNA). (2019). UNA potabiliza agua de lluvia con módulos Nimbu I, II y III. Recuperado de: <http://redcomunica.csuca.org/index.php/>
- Vargas, A. (2015). Determinación del efecto antimicrobiano in vitro del perejil (*Petroselinum crispum*) y culantro castilla (*Coriandrum sativum*) en polvo y en oleorresina y el efecto antioxidante sobre un modelo cárnico, durante su almacenamiento y refrigeración. (tesis). Universidad de Costa Rica, San José.
- Velasco, H., Silva, A., Veenhuizen, R., Pérez, S., Prieto, M., Anaya, M., León, B., Cabas, N., Porto, E., & Morales, R. (2000). Manual de Captación y aprovechamiento del agua de lluvia a Experiencias en América Latina. Zonas áridas y semiáridas No. 13. FAO. <https://www.fao.org/3/ai128s/ai128s00.htm>.
- Velásquez, K. (2012). Sistematización “Producción de Hortalizas en Invernaderos y Macro túneles para controlar daños ocasionados por insectos y patógenos” (tesis). UNAH –IHCIT.
- Watson, R.; Zinyowera, M.; Moss, R.; Dokken, D. (1997). The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. Summary for policymakers. Reporto f IPCC Working group II. 16 pp.

Anexos

Anexo 1.

Información que arrojó el App Suelos CR durante el recorrido de campo en parcela de Potrero Cerrado de Oreamuno





Anexo 2

AVIO de Culantro Castilla (2017)

AVIO DE CULANTRO					
LUGAR : TEJAR DEL GUARCO, CARTAGO, CR.					
COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA.			Hora hombre:	985	colones
AÑO ELABORACIÓN	2017		1 Dólar :	554,50	colones
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO COLONES	COSTO TOTAL COLONES	PORCENT %
A.LABORES CONTRATADAS					
PREPARAC.TERRENO :					
ROTADA	HS maq	4	18000	72 000	3,25
ARADA	HS maq	4	18000	72 000	3,25
HECHURA DE ERAS (Caballo)	HS anim	12	1875	22 500	1,02
SUBTOTAL A				166 500	7,52
B.1 LABORES ORDINARIAS					
SIEMBRA	HS	100	985	98 548	4,45
EMPAREJADO MANUAL	HS	200	985	197 096	8,90
APLICAC. INSECTIC.-NEMATIC.	HS	16	985	15 768	0,71
FERTILIZACION	HS	40	985	39 419	1,78
RIEGO	HS	80	985	78 838	3,56
DESHIERBA MANUAL	HS	85	985	83 766	3,78
COSECHA Y AMARRADO	HS	600	985	591 287	26,71
DESHIERBA QUIMICA	HS	8	985	7 884	0,36
CONTROL PLAGAS Y ENF.	HS	60	985	59 129	2,67
SUBTOTAL				1 171 733	52,93
CCSS (4 peones)	4 peon fijos			94606	4,27
SUBTOTAL B.1				1 266 339	57,2
B.2 MATERIALES					
SEMILLA OLSEN	KG	56	4095	229 320	10,36
ABONO 12-24-12	KG	800	343	274 133	12,38
FERT. NUTRAN	KG	500	210	104 891	4,74
Insect. Karate Zeon 2.5 CS	LT	1	10818	10 818	0,49
INSECT.THIMET	15KG	1	28098	28 098	1,27
HERBICIDA AFALON	KG	1	14000	14 000	0,63
FUNGICIDA M - 80	KG	2	4533	9 067	0,41
FOLIAR 20-20-20	KG	1,5	3660	5 490	0,25
SUBTOTAL B.2.				675 817	31
OTROS :					
electricidad (bomba riego)				45 000	2,03
Transporte de insumos				60 000	2,71
TOTAL EN COLONES				2 213 656	100
TOTAL EN DOLARES				3 992	
Precio finca 2017	0	col/rollo		Relac B/C:	-
Rendimiento estimado 1 :	150 000	rollos/ha	Costo/rollo.	15	col/rollo
Nota: El tamaño de los rollos varía mucho según cada productor.					
FUENTE : Elaborado por Rolando Tencio según información ASAS de la Región C. Oriental.					
SEGUN DATOS SUMINISTRADOS POR PRODUCTORES DE TEJAR, CARTAGO,					

Anexo 3

Lista de insumos y cotización



LISTA DE PRODUCTOS CASAGRI

ACARICIDAS	
ACARISTOP 50 SC / 0.1,1 LTS.	CLOFENTIZINE
NISSORUM 5 EC / 0.200, 1 LTS.	HEXITHIAZOX
OBERON 24 SC /0.250,0.500 LTS.	ESPIROMESIFEN
BACTERICIDAS	
AGRI-MYCIN 16.5 WP / 0.250, 1 KGS.	OXITETRACICLINA + SULFATO DE ESTREPTOMICINA
TERRAMICINA AGRICOLA 5 WP / 0.400 KGS.	OXITETRACICLINA
DESINFECTANTES	
QUATER /1,3.78,20,200 LTS.	SAL DE AMONIO CUATERNARIO GENERACION IV
VANODINE / 0.5,1,5,20,200 LTS.	YODOFORO
YODOFORM / 1,20 LTS.	YODOFORO
PENETRANTE-ACIDIFICANTE-SURFACTANTE	
IMBIREX 80 SL/ 1 LTS.	ALCOHOL GRASO ETOXILADO
PAS 80 SL /0.25, 0.5, 1, 5, 10, 20, 200 LTS.	FOSFATO DICOLINA, ACIDO METILACETICO, POLIETILEN ETER ALCOHOL
FERTILIZANTES	
BAYFOLAN FORTE / 1, 3.5, 20 LTS.	N, P, K Y ELEMENTOS MENORES
CONTROL N 35,24 / 1, 3.78, 20, 200, 1000 LTS.	UREA TRIAZONA,NITROGENO 35,24-0-0. LIBERACION LENTA
MET. BORO / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	BORO PROTEINIZADO
MET. CAFE / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. CALCIO / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. COBRE / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. CROP UP / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. HIERRO / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. ZINC PLUS / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. MAGNESIO / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. MANGANESO / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. MULTIMINERAL / 0.2, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. MZ / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. N P K / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	4-17-17 PROTEINIZADO
MET. POTASIO / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	POTASIO PROTEINIZADO
MET. TROPICAL / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
MET. ZINC / 0.25, 0.5, 1, 3.78, 20, 200 LTS.	QUELATO DE AMINOACIDO VERDADERO
TERRA-SORB-FOLIAR / 1, 5, 20 LTS.	AMINOACIDOS LIBRES ENZIMATICOS
ARMUROX / 0.5, 1, 5, 20, 200 LTS.	SILICIO CON PEPTIDOS -AMINOACIDOS
OPTIMUS /0.500,1,5,20,200 LTS.	FOSFITO DE POTASIO CON AMINOACIDOS
TERRA-SORB-COMPLEX /1,5,20,200 LTS.	AMINOACIDOS ALTOS CON MICROELEMENTOS B, Mg, Fe, Mn, Mo.
TERRAMIN / 1, 5, 20 LTS.	FUENTE DE NITROGENO ORGANICO DE AMINOACIDOS.

INICIUM / 1, 5, 20 LTS.	PEPTIDOS DE BAJO PESO, ENRAIZADOR (6,87 N), (6,87 P) materia orgánica
AMINOQUELANT BORO PLUS / 1, 5, 20, 200 LTS.	L - ALFA - AMINOÁCIDOS PROCEDENTES DE HIDRÓLISIS EZIMÁTICA
AMINOQUELANT POTASIO / 1, 5, 200 LTS.	L - ALFA - AMINOÁCIDOS PROCEDENTES DE HIDRÓLISIS EZIMÁTICA
AMINOQUELANT MAGNESIO / 1, 5, 20, 200 LTS.	L - ALFA - AMINOÁCIDOS PROCEDENTES DE HIDRÓLISIS EZIMÁTICA
AMINOQUELANT MINORS / 1, 5, 20, 200 LTS.	L - ALFA - AMINOÁCIDOS PROCEDENTES DE HIDRÓLISIS EZIMÁTICA
AMINOQUELANT ZINC / 1, 5, 20, 200 LTS.	L - ALFA - AMINOÁCIDOS PROCEDENTES DE HIDRÓLISIS EZIMÁTICA
AMINOQUELANT Ca - B / 1, 5, 20, 200 LTS.	L - ALFA - AMINOÁCIDOS PROCEDENTES DE HIDRÓLISIS EZIMÁTICA
PHYTO-ALL / 200, 1000 LTS.	FOSFITO DE POTASIO.
FUNGICIDAS	
ALIETTE 80 WG / 0.5, 25 KGS.	FOSETIL ALUMINIO
ANTRACOL 70 WP / 0.750, 25 KGS.	PROPINEB
CAPTAN ULTRA 48 SC / 19 LTS.	CAPTAN
CAPTAN 50 WP / 0.5 ,15 KGS.	CAPTAN
CARBENDAZINA 50 SC / 0.5, 1, 20 LTS.	CARBENDAZINA
ODEON 82.5 WG / 1 KGS.	CLOROTHALONIL WG.
CONSENTO 45 SC / 0.25, 1 LTS.	PROPAMOCARB HCl Y FENAMIDONE
ESFERA 26.75 EC / 1 LTS.	TRIFLOXYSTROBIN MAS CYPROCONAZOLE
FLINT 50 WG / 0.1 KGS.	TRIFLOXYSTROBIN
FUJI-ONE 40 EC / 1, 19, 200 LTS.	ISOPROTHIOLANE
HIDROCOP 50 WP / 0.5, 20 KGS.	HIDROXIDO DE COBRE
INFINITO 68.75 SC/ 0.5 LTS.	PROPAMOCARB MAS FLUOPICOLIDE
MAGNATE 75 SG / 50 GRAMOS.	IMAZALIL
MANCOZEB 43.5 SC / 19 LTS.	MANCOZEB LIQUIDO
MASTERCOP 6.6 SL / 0.125, 0.25, 1 LTS.	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO
MIRAGE 45 EC/ 0.2, 1 LTS.	PROCLORAZ
NATIVO 75 WG / 0. 85, 0.4, 2 KGS.	TRIFLOXYSTROBIN + TEBUCONAZOLE
ORIOUS 25 EW / 0.25, 1, 5, 20 LTS.	TEBUCONAZOLE
OXICOB MIX 53 WP / 0.5, 20 KGS.	OXICLORURO DE COBRE MAS MANCOZEB
PREVALOR 80 SL / 0.25, 1 LTS.	FOSETIL ALUMINIO MAS PROPAMOCARB
SERENADE 1.34 SL / 1, 20 LTS.	BACILLUS SUBTILLIS
SILVACUR COMBI 30 EC / 0.25, 1 LTS.	TEBUCONAZOLE , TRIADIMENOL
SOPRAL 7.5 EC / 0.25, 1 LTS.	EPOXICONAZOLE
SOPRANO C 25 SC / 0.25, 1, 5 LTS.	EPOXICONAZOLE + CARBENDAZINA
VONDONIL 72 SC / 0.5, 1, 3.5, 19 LTS.	CLOROTALONIL
VERITA 71.1 WG / 0.75 KGS.	FOSETIL ALUMINIO MAS FENAMIDONA
VONDOCARB 52.5 SC / 1, 19, 200 LTS.	MANCOZEB +CARBENDAZINA
HERBICIDAS	
AMETREX 80 WG / 0.8, 15 KGS.	AMETRINA
AMIGAN 65 WG / 1, 15 KGS.	TERBUTRINA +AMETRINA
ATRANEX 90 WG / 0.5, 15 KGS.	ATRAZINA
COMBATRAN 24 SL / 1, 3.5, 19, 100 LTS.	PICLORAN + 2,4,D

Cotización de agroinsumos					
Insumos	presentación	cantidad embalado(kg)	precio	IVA	Total
Culantro Hoja	Saco	20	₡84 354	13%	₡95 320
CULANTRO SLO-BOLT KILO	KILO		₡6 500	13%	₡7 345
8-32-6-3-0-16-1.4-0-10	45 kg		₡18 600	13%	₡21 018
COLONO FERTIL 12-24-12 QUIMICA	45 kg		₡18 600	13%	₡21 018
CAL VIVA BOLSA 15 KILOS	15 KG		₡1 950	13%	₡2 204
TECNOKEL AMINO MIX MULT LITRO	1 LT		₡4 100	13%	₡4 633
TECNOKEL AMINO MIX MULT 5LTS	5 LT		₡14 000	13%	₡15 820
NUTRIL MICROPLEX 200 GR(G)	200 GR		₡3 400	13%	₡3 842
NUTRILATO 20-20-20 KILO(G)	1 KG		₡3 350	13%	₡3 786
COLONO FERTIL SULF MAGNESIO	25 KG		₡4 350	13%	₡4 916
TECNOKEL AMINO CAB LITRO	1 LT		₡3 950	13%	₡4 464
BA. BAYFOLAN LITRO	1 LT		₡4 800	13%	₡5 424
PLANTOX-1000	1 KG		₡4 200	13%	₡4 746
HAIFA POLY FEED 12-43-12	2 KG		₡3 800	13%	₡4 294
HAIFA POLY FEED 12-43-12	25 KG		₡32 000	13%	₡36 160
RIZOLEX 50%PM 500GR	500 GR		₡13 350	13%	₡15 086
VITAVAX 40 WP 500 GRS	500 GR		₡10 800	13%	₡12 204
BANAZEB 80 WP 920 GR	920 GR		₡3 650	13%	₡4 125
AGROMART CLORPIRIFOS 5GR 15KG	15 KG		₡17 500	13%	₡19 775
CASCABEL 25 EC LITRO	LT		₡6 900	13%	₡7 797
DURSBAN 48EC LITRO	LITRO		₡7 450	13%	₡8 419
RAIZATE 24 SL LITRO (RT)	LITRO		₡9 700	13%	₡10 961
AFALON 45 SC 500ML	500 ML		₡9 150	13%	₡10 340

Anexo 4

Cotización de materiales de ferretería

EL LAGAR
TODO EN UN MISMO LUGAR

[CATEGORÍAS](#) [Iniciar Sesión](#)
[Regístrate](#)

Español ▾

[INICIO](#) [CONSTRUCCIÓN](#) [ALAMBRE GALVANIZADO #14 \(2.0 MM\)](#)

ALAMBRE GALVANIZADO #14 (2.0 MM)

Precio: \$1,320.81

SKU: 7019005

Categoría: [Construcción](#)

Departamento: TREFILADOS VARIOS

- 1 + [Agregar al Carrito](#)

♥ Guardar para después [f](#) [🗨](#) [💬](#) [✉](#)

ARTÍCULOS RELACIONADOS [Ver todos](#)

Anexo 5

Cotización y ficha técnica de geotextil.

24/7/2021 Gmail - Cotización

 **glovag06 <glovag06@gmail.com>**

Cotización

Rosibel Corrales <r.corrales@maccaferri.com> 20 de julio de 2021, 13:53
 Para: "glovag06@gmail.com" <glovag06@gmail.com>
 Cc: Shirley Arce <s.arce@maccaferri.com>

Buenas tardes Ing. Guillán, para ese tipo de aplicación el geotextil que hemos usado es el MacTex W2 5S, el costo por metro cuadrado es de \$2,35+IVA.

Por el ancho del rollo que es de 5,40m, el área estimada para la barrera es de 10,80m².

Copio en este correo a mi compañero Mario Leal para que le haga llegar la cotización por los 10,80m² de MacTex W2 5S.

Saludos.

Ing. Rosibel Corrales Castro
 Ingeniero del Departamento
 Departamento Comercial
 Sucursal Costa Rica
 Maccaferri de Centroamerica Ltda.

Tel: +(506) 2244-6090 | Ext.: Ext: 114
 Cel: +(506) 7051-2848
 Fax: +(506) 2244-1695

www.maccaferri.com.cr





MACCAFERRI

AMERICA LATINA

Engineering a Better Solution

Fecha: 20 de julio del 2021 Ref: 00241_21_V0 Número de páginas (incluyendo esta): 01

Para: **IGN. GUILLEN ARAGON**

CRM:

Empresa:

Tel.: +506 8813 8781

Proyecto: PRIVADO

M.: +506

E-mail:

En atención a su solicitud, con gusto procedemos al envío de la oferta de materiales marca Maccaferri.

OFERTA DE MATERIALES

Item	DESCRIPCION DE MATERIAL	LIM	CANTIDAD	PRELUNIT	PRELTOTAL
				USD	USD
1	Geotextil tejido de alto módulo MacTex® W2 SE	M2	10,00	3,00	30,00
				Subtotal	30,00
				IVA	4,17
				IGETS	0,00
				Total	34,17

CONDICIONES DE OFERTA

- Forma de Pago: Contado mediante transferencia electrónica
- Disponibilidad: según disponibilidad de inventario
- Entrega: Bodegas Maccaferri, ubicadas en Santa Rosa de Santo Domingo de Heredia.
- Vigencia: 15 días

Maccaferri de Centroamérica Ltda., cédula jurídica No 3-102 096 382-02

CUENTA BANCO DE COSTA RICA	CUENTA SINPE	CUENTA IBAN	MONEDA
001-01806610	1 52 01 00 10 18 06 61 08	CR79015201001018066108	DOLARES
001-01773186	1 52 01 00 10 17 73 18 68	CR67015201001017731868	COLONES

Maccaferri de Centroamérica Ltda.

www.maccaferri.co.cr

De la Iglesia de Santa Rosa de Santo Domingo de Heredia, 100m Oeste,

100m Norte, 10m Oeste, Apdo. 670 1007, Heredia, Costa Rica.

T +506 2244 6090 F +506 2244 9431



MACCAFERRI**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**
E-8.2.2-525 - rev. 00 ; Fecha 20.12.2018**MACTEX® W2 05S**
GEOTEXTIL TEJIDO EN POLIÉSTER**Características físicas**

MacTex® W2 05S geotextil es una estructura tejida plana fabricada tejiendo hilos de poliéster de alta tenacidad en las direcciones de urdimbre y de trama.

Propiedades mecánicas

Resistencia a la tracción (sentido longitudinal)	kN/m	EN ISO 10319	55 (-5)
Elongación (sentido longitudinal)	%	EN ISO 10319	12 (±2)
Resistencia a la tracción (sentido transversal)	kN/m	EN ISO 10319	55 (-5)
Elongación (sentido transversal)	%	EN ISO 10319	12 (±2)
Resistencia al punzonamiento CBR	N	EN ISO 12236	3000

Propiedades hidráulicas

Permeabilidad (H: 50 mm)	cm/s	EN ISO 11058	1×10^{-3}
Tasa de flujo de agua (H: 50 mm)	l/min/m ²	EN ISO 11058	30
AOS	µm	EN ISO 12956	500

Para la optimización y proceso de mejora de las características técnicas de los productos, el fabricante se reserva el derecho de modificar el estándar y características del producto sin previo aviso. Las informaciones contenidas en este documento se basa en las más recientes informaciones disponibles, pero ya que las circunstancias y condiciones que se pueden utilizar están fuera de nuestro control, no aceptamos ninguna responsabilidad por pérdida o daño que surja directa o indirectamente del uso de dicha información, ni ofrecer ninguna garantía ni inmunidad contra la violación de patentes.

Anexo 6

Cotización de balanza de pesaje



OCONY
Todo en romanas desde 1967

Balanzas de laboratorio
Peso y precio
Carrioneras y ganaderas
Plataformas Industriales

Contadoras de piezas y monedas
Indicadora y celdas de carga
Sist. de pesaje para tanques y tolvas
Sistemas computarizados de pesaje.

CO-09-060-21-RR
San José, 14 de Setiembre del 2021



Señor:
Giovanni Guillén Aragón
Presente

TEL: 8813-8781 **E-MAIL: giovag06@gmail.com**

Estimado Señor:

Romanas Ocony S.A.; se complace en cotizar a su compañía, el siguiente equipo de pesaje, fabricados bajo las normas ISO-9001.

ROMANA ELECTRONICA
MARCA TANITA ** MODELO KD-200-110

Características:

- **Capacidad máxima 1 Kg.**
- **División mínima 1 g**
- Dimensión de la plataforma: 18 x 18 cm.
- Pantalla LCD para fácil lectura
- Unidades de peso: g y oz.
- Plato en acero inoxidable
- Cero y tara automática.
- Indicación de batería baja.
- Desconexión automática de energía.
- Funciona con baterías o corriente eléctrica.
- Garantía: 6 meses contra defectos de fabricación.
- Vigencia de la oferta: 30 días.
- **Entrega: Inmediata después de recibida la orden de compra.**
- Disponibilidad de inventario sujeta al momento de la compra.
-
- **Precio unitario: \$ 172,00 + 13% I.v.**



Laboratorio Acreditado ISO 17025 ver alcance www.eca.or.cr
Todo en Romanas Electrónicas y Mecánicas

Tel: 2253-3535 - Fax (506) 2225-9718 Depto. de Ventas.
Apdo. 2010 - 144 Zapote, San José, Costa Rica * E-mail: ventas@romanasocony.com

1



Balanzas de laboratorio
Peso y precio
Camioneras y ganaderas
Plataformas Industriales

Contadoras de piezas y monedas
Indicadoras y celdas de carga
Sist. de pesaje para tanques y tolvas
Sistemas computarizados de pesaje.

RECOMENDAMOS QUE PROTEJA SU EQUIPO CONTRA PROBLEMAS ELECTRICOS

REGULADOR DE VOLTAJE



Características:

- Regulador de voltaje de alto desempeño.
 - Corrige altos y bajos voltajes.
 - Indicador de voltaje alto y bajo.
 - Indicador de encendido normal.
 - Capacidad de entrada de hasta 1200 watts.
 - Capacidad de salida con supresión de picos de 1200 watts.
 - Capacidad de salida con regulación 500 watts.
 - Verificación de conexión.
 - Entrega: Inmediata.
- **Precio: \$45,00 + 13% I.V.**

Estamos seguros que ustedes quedarán complacidos con la compra ya que además de satisfacción, su ganancia se incrementa con el respaldo absoluto que ROMANAS OCONY, S.A. le brinda no solamente por su sólida trayectoria a través de los años sino también por su absoluto respaldo en servicio de mantenimiento y amplio stock de repuestos.

Cordialmente;

Raylan Ramírez Bolandi
Ejecutivo de Cuenta
ventas6@romanasocony.com
TEL: 2253-3535
CEL: 8315-4852

Mariano Díaz R.
Subgerente de Ventas
ventas@romanasocony.com



Laboratorio Acreditado ISO 17025 ver alcance www.eca.or.cr
Todo en Romanas Electrónicas y Mecánicas

Tel: 2253-3535 - Fax (506) 2225-9718 Depto. de Ventas.
Apdo. 2010 - 144 Zapote, San José, Costa Rica * E-mail: ventas@romanasocony.com

Anexo 7

Cotización del sistema de riego por goteo



HIDRO-PLANT
Las especialistas en riego.

COTIZACION RHD 2141

Referencia interna: 667 21 de setiembre del 2021

DIRIGIDO A:

Ing. Giovanni Guillen

Estimado Señor:

Para nosotros, Empresa **HIDRO-PLANT** nos complace hacer de su conocimiento la presente oferta de Materiales según el diseño hidráulico, para la puesta en funcionamiento de un sistema de Irrigación por Cinta de Goteo para la producción del cultivo Culantro Castilla.

Perfil de la Empresa:

Detallamos el perfil de empresa de Riegos Hidro Drip, S.A, la cual es una empresa con capacidad de desarrollar proyectos "Llave en Mano" de esta índole por su experiencia de más de 34 años en diseños, venta e instalación de sistemas de riego automatizados.

- Razón Social: Riegos Hidro Drip, S.A.
- Cedula Jurídica: 3-101-468777.
- Dirección Correo Electrónico: info@hidro-plant.com
- Teléfonos: 22650644
- Domicilio: Llorente de Heredia, 100mts al este de la Tabacalera Costarricense.
- MBA, Orlando Rojas Víquez. Tel 22650644, email: orvi@hidro-plant.com
- Empresa incorporada al Colegio de Ingenieros y Arquitectos.
- Staff con Ingenieros Agrícolas y Agrónomos incorporado al Colegio de Ingenieros Agrónomos.
- Maestros de Obras, con certificado técnico del INA.
- Tres centros de distribución, taller de servicio y atención al cliente.
- Departamento de instalación propio, personal altamente calificado.

Riegos Hidrodrip, S.A / Ced. Jurídica. 3-101468777 / Tel: (506) 22.391443
Alajuela, Costa Rica. [Info@hidro-plant.com](mailto:info@hidro-plant.com) * www.hidro-plant.com



• Contamos con taller y centro de servicio en la provincia de Cartago, Guanacaste, Orotina y San Joaquín en Heredia lo cual nos permite ser muy eficientes en temas de supervisión y atención en todo el país.

CONDICIONES DEL PROYECTO:

- Lugar: Potrero Cerrado, Oreamuno, Cartago.
- Abastecimiento de agua: el sistema necesita un caudal mínimo de 160 litros por minuto para trabajar simultáneamente con 5 macro túneles de los 40 en total del proyecto.
- Área de irrigación: corresponde a Macrotuneles que en promedio miden 16m de largo por 3.8m de frente, dentro de cada uno se conforman 3 heras de aproximadamente 1m de ancho, donde se colocaran 5 cintas de goteo paralelas.
- Disponibilidad de corriente eléctrica: no se requiere.

DESCRIPCION DEL SISTEMA:

Consiste en un sistema de riego localizado de acuerdo a las zonas de riego que se establecieron según las características morfológicas, a saber:

Se diseñó un sistema de riego utilizando tubería principal de 63mm que abastece todos los 40 macro túneles desde la fuente de agua hasta el último macro túnel, de esta tubería se deriva en cada macro túnel una válvula que abastece la tubería secundaria hacia el frente de las heras del cultivo y de esta se conectan 5 cintas de goteo (por cada hera) de 16mm de diámetro con 8MM de espesor de pared con emisores espaciados cada 20cm con caudal unitario de 1.6 Litros por hora cada uno.

De esta manera, según el diseño hidráulico la oferta Incluye:

Instalación del sistema de Riego por Cinta de goteo:

- Tubería principal en PEBD 63mm desde que sale de la fuente de agua y donde se colocaran silletas para cada salida de las válvulas.
- Tubería secundaria en PEBD de 25mm después de cada válvula para la distribución de donde salen las conexiones para las cintas de goteo.

Anexo 8

Tarifas de pólizas del INS según actividad

**SEGURO DE RIESGOS DEL TRABAJO
TARIFAS AUTORIZADAS DEL SECTOR PRIVADO
POR ACTIVIDAD ECONOMICA**

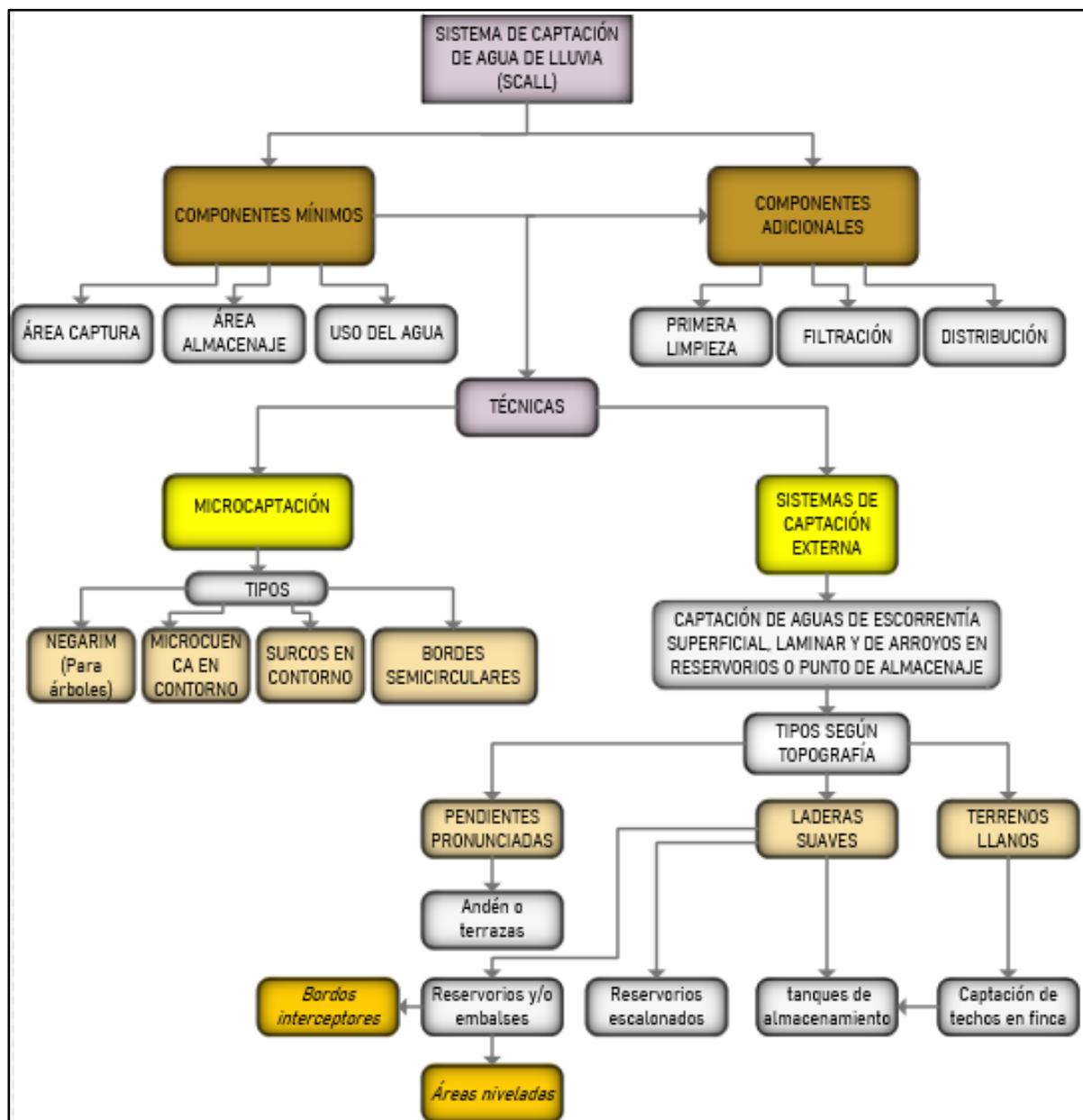
Autorizadas por la SUGESE el 20 de setiembre de 2016
Publicadas en el Alcance N°207 de La Gaceta N° 191 del 05 de octubre de 2016
Rigen a partir del 01 de enero de 2017

Código de Actividad Económica	Actividad Económica	Tarifa comercial autorizada
0111	Cultivo de cereales (excepto arroz), legumbres y semillas oleaginosas	4,61%
0112	Cultivo de arroz	4,61%
0113	Cultivo de hortalizas y melones, raíces y tubérculos	4,61%
0114	Cultivo de caña de azúcar	4,61%
0115	Cultivo de tabaco	4,61%
0116	Cultivo de plantas de fibras	4,61%
0119	Cultivo de otras plantas no perennes	4,61%
0121	Cultivo de uvas	4,61%
0122	Cultivo de frutas tropicales y sub tropicales	4,61%
0123	Cultivo de frutas cítricas	4,61%
0124	Cultivo de frutas de pepita y de hueso	4,61%
0125	Cultivo de otros frutos y nueces de árboles y arbustos	4,61%
0126	Cultivo de frutos oleaginosos	4,61%
0127	Cultivo de plantas con las que se preparan bebidas	4,61%
0128	Cultivo de especias, plantas aromáticas, medicinales y farmacéuticas	4,61%
0129	Cultivos de otras plantas perennes	4,61%
0130	Propagación de plantas	4,61%
0141	Cría de ganado Bovino (vacuno) y búfalos	3,55%
0142	Cría de caballos y otros equinos	3,55%
0143	Cría de camellos y otros camélidos	3,55%
0144	Cría de ovejas y cabras	3,55%
0145	Cría de cerdos	3,55%
0146	Cría de aves de corral	3,80%
0149	Cría de otros animales	3,55%
0150	Cultivo de productos agrícolas en combinación con la cría de animales (explotación mixta)	4,61%
0161	Actividades de apoyo a la agricultura	4,61%
0162	Actividades de apoyo a la ganadería	4,61%
0163	Actividades posteriores a la cosecha	4,61%
0164	Tratamiento (Procesamiento)de semillas para la propagación	4,61%
0170	Caza ordinaria, mediante trampas y actividades de servicio conexas	3,55%

Teléfono: 2242-5108, 2242-5103 • Fax: 2242-5151
Dirección: Edificio Torre del Este, Piso 8
seguros@rcgpa.sr

Anexo 9

Diagrama de flujo de SCALL



Anexo 10

Resolución No. 1462-2018-SETENA (Proyectos de muy bajo impacto)



Resolución Nº 1462-2018-SETENA

EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA, LA SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL, A LAS 13 HORAS 20 MINUTOS DEL 17 JULIO DEL 2018.

**ACUERDO DE LA COMISION PLENARIA
MODIFICACIÓN AL ARTÍCULO 7
DE LA RESOLUCIÓN NO. 2373-2016-SETENA**

Conoce la Comisión Plenaria Modificación al artículo 07 de la resolución No. 2373-2016-SETENA, de las 15 horas del 21 de diciembre del 2016, denominada Proyectos de Muy Bajo Impacto.

CONSIDERANDO

PRIMERO: Que, la Comisión Plenaria de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, emitió la resolución número 2373-2016-SETENA de las 15 horas 00 minutos del 21 de diciembre del 2016, respecto a la evaluación ambiental para actividades, obras o proyectos para los cuales se ha determinado un muy bajo impacto ambiental potencial, y requieran del otorgamiento de los permisos municipales, de funcionamiento por parte del Ministerio de Salud (MINSA), o ante la Administración Forestal del Estado (AFE), para que en adelante sus disposiciones se lean acorde con las modificaciones realizadas al Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) Decreto Ejecutivo No. Decreto Ejecutivo No. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, modificado y adicionado por Decreto Ejecutivo No. 37803-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, del 17 de julio del 2013.

SEGUNDO: Que, de conformidad con la Constitución Política, el artículo 28 de la Ley Orgánica del Ambiente y demás legislación ambiental vigente, las Municipalidades tienen la obligación de exigir el cumplimiento de las regulaciones ambientales en su territorio.

TERCERO: Que mediante voto de la Sala Constitucional número 5994-2017, de las 11 horas y 00 minutos del 26 de abril del 2017, se resolvió la acción de inconstitucionalidad contra la modificación a los artículos 3 Inciso 4), 4 bis, 13, 46 Inciso 1) y el anexo 2; todos del Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación Ambiental (EIA), Decreto Ejecutivo No. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, según adición y modificación efectuada por medio del Decreto Ejecutivo No. 37803-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, declarándose sin lugar la acción de inconstitucionalidad de dichos artículos.

CUARTO: Que, en vista de lo anterior, el Decreto Ejecutivo No. 37803-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC de Adición y modificación al Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Decreto Ejecutivo Nº 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC del 24 de mayo de 2004 y sus Reformas, queda vigente a partir del voto No. 5994-2017 de la Sala Constitucional, Indicado en el considerando SEGUNDO supra Indicado.

1

Ministerio de Ambiente y Energía • Secretaría Técnica Nacional Ambiental
Av. 21, C. 9 y 11, San Francisco de Golcochea, 100 m. Norte y 100 m. Oeste de la Iglesia de ladrillo
Tel. (506)-2234-3420 Fax 2234-3440
Apartado Postal 5298-1000, San José, Costa Rica. www.setena.go.cr

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

QUINTO: Que por medio de la resolución No. 1909-2017-SETENA, de las 07 horas con 50 minutos del 22 de setiembre del 2017, se emitió una Modificación a la resolución 2373-2016-SETENA, Proyectos de muy Bajo Impacto.

SEXTO: Que, de conformidad con el principio de Coordinación Interinstitucional, entre esta Secretaría y la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, se identificó que la redacción actual del artículo 7 de la resolución No. 2373-2016-SETENA y su modificación, a saber, la resolución No. 1909-2017-SETENA, solamente regulan aquellos casos en los que las obras de reconstrucción requieren de recursos del Fondo Nacional de Emergencias; pero no hace referencia a los casos en que las Instituciones públicas competentes ejecutan obras reportadas en el Plan General de la Emergencia con recursos propios. Dicho artículo actualmente se lee:

Artículo 7- Casos de obras amparadas a un Decreto de Emergencia Nacional

Las actividades, obras o proyectos que el Estado Costarricense debe realizar, fundamentadas en el estado de excepción establecido en la Ley 8488, que es la Ley Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias y el artículo 180 Constitucional, y la jurisprudencia constitucional sobre esta materia, en aplicación de dicha normativa no están obligadas a solicitar la Viabilidad (Licencia) Ambiental.

Para tales efectos deberán cumplir con los requisitos técnicos, legales y formales establecidos en la Ley Nacional de Emergencias, los cuales son al menos:

1. *Exista una declaratoria de Emergencia vía decreto vigente.*
2. *El daño esté reportado en el Plan General de la Emergencia.*
3. *El plan de inversión haya sido aprobado por la Comisión Nacional de Emergencia.*
4. *La Institución del Estado interesada haya sido nombrada Unidad Ejecutora del proyecto.*

El cumplimiento de estos requisitos no requiere de ningún pronunciamiento previo de la SETENA, siendo responsabilidad de la CNE al momento de aprobación de los Planes de Inversión, como de la Institución Ejecutora, el cumplimiento de los presupuestos fácticos necesarios para configurar esta excepción.

**POR TANTO
LA COMISIÓN PLENARIA RESUELVE**

En sesión Ordinaria Nº 080-2018 de esta Secretaría, realizada el 17 de JULIO del 2018, en el Artículo No. 37 acuerda:

PRIMERO: En virtud de la competencia otorgada por Ley No. 7554 a esta Secretaría, se **MODIFICA Y ADICIONA LA RESOLUCIÓN No. 2373-2016-SETENA**, de las 15 horas 00 minutos del 21 de diciembre del 2016, el **ARTÍCULO 07**, para que en adelante se lea de la siguiente forma:

Artículo 7- Casos de obras amparadas a un Decreto de Emergencia Nacional

Las actividades, obras o proyectos que el Estado Costarricense debe realizar, fundamentadas en el estado de excepción establecido en la Ley 8488, que es la Ley Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias y el artículo 180

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

Constitucional, y la jurisprudencia constitucional sobre esta materia, en aplicación de dicha normativa no están obligadas a solicitar la Viabilidad (Licencia) Ambiental.

Para tales efectos deberán cumplir con los requisitos técnicos, legales y formales establecidos en la Ley Nacional de Emergencias, los cuales son al menos:

a. Para el caso de obras que requieran el nombramiento de una unidad ejecutora de recursos del Fondo Nacional de Emergencias:

- 1-Que exista una declaratoria de Emergencia vía decreto vigente.*
- 2-Que el daño esté reportado en el Plan General de la Emergencia.*
- 3-Que el Plan de Inversión haya sido aprobado por la Comisión Nacional de Emergencia.*
- 4-Que la Institución del Estado interesada haya sido nombrada Unidad Ejecutora del proyecto.*

b. Para el caso de obras que por ser cubiertas con recursos propios de las instituciones públicas no requieren financiamiento del Fondo Nacional de Emergencias.

- 1-Que exista una declaratoria de Emergencia vía decreto vigente.*
- 2-Que el daño esté reportado en el Plan General de la Emergencia y que en dicho Plan esté acreditado que será cubierto con fondos propios de la institución competente.*

El cumplimiento de estos requisitos no requiere de ningún pronunciamiento previo de la SETENA, siendo responsabilidad de la CNE al momento de aprobación de los Planes de Inversión, como de la Institución Ejecutora, el cumplimiento de los presupuestos fácticos necesarios para configurar esta excepción.

SEGUNDO: Por lo anterior, téngase por modificada la resolución No. 2373-2016-SETENA, de las 15 horas del 21 de diciembre del 2016, para que en adelante se lea íntegramente de la siguiente manera:

**RESOLUCIÓN COMISION PLENARIA
PROYECTOS DE MUY BAJO IMPACTO**

*Conoce esta Secretaría de la actualización y unificación de las resoluciones **Nº 583-2008- SETENA y Nº2653-2008 SETENA**; relacionadas con las actividades, obras y proyectos (o AOP) que no requieren ser sometidas a un proceso de evaluación de impacto ambiental ante la SETENA, debido a su muy bajo impacto potencial.*

CONSIDERANDO

PRIMERO: *De conformidad con la Constitución Política, el artículo 28 de la Ley Orgánica del Ambiente y demás legislación ambiental vigente, las Municipalidades tienen la obligación de exigir el cumplimiento de las regulaciones ambientales en su territorio.*

SEGUNDO: *Existe una serie de actividades, obras o proyectos para las cuales se ha determinado un impacto ambiental potencial muy bajo, según las condiciones técnicas expuestas en la presente resolución, que deberán cumplir, cuando corresponda, únicamente con el trámite administrativo ante las Municipalidades, el Ministerio de Salud (MINSA), o en su defecto, ante la Administración Forestal del Estado (o AFE), para lo cual paralelamente, deberán velar por el cumplimiento de los reglamentos específicos*

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

que regulan la actividad sometida a aprobación, y aplicar el Código de Buenas Prácticas Ambientales.

TERCERO: Que está vigente el Código de Buenas Prácticas Ambientales, publicado mediante el Decreto Ejecutivo N° 32079-MINAE, el cual orienta el accionar básico de cualquier actividad, obra o proyecto desde el punto de vista ambiental; y presenta una serie de lineamientos que promueven la integración de la variable ambiental como parte de la planificación, diseño y ejecución de las actividades, obras o proyectos, de forma tal, que constituye un complemento de la legislación vigente sobre la materia y coadyuva a que los proyectos se diseñen y operen de una forma armonizada y equilibrada con el ambiente, conforme los principios del desarrollo sostenible y el mandato constitucional de garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, para las actuales y futuras generaciones.

CUARTO: En virtud de la normativa vigente, la competencia de SETENA se circunscribe a la evaluación de aquellas actividades para las cuales se ha determinado un impacto ambiental potencial Bajo, Moderado y Alto.

QUINTO: De conformidad a lo dispuesto por el artículo 11 del Decreto Ejecutivo N° 31840-MINAE-S- MOPT-MAG-MEIC, el cumplimiento del procedimiento de Evaluación Ambiental o el ajustarse a los términos de la presente resolución, no eximen al desarrollador de una actividad, obra o proyecto, de cumplir ante otras autoridades de la Administración Pública, con los trámites que se deriven de su gestión.

SEXTO: Que sobre este tema la SETENA en su momento, promulgó y ha venido aplicando las Resoluciones N° 583-2008-SETENA y 2653-2008-SETENA, siendo necesario unificar y actualizar su contenido conforme a derecho.

**POR TANTO
LA COMISIÓN PLENARIA RESUELVE**

En Sesión Ordinaria N° 175-2016 de esta Secretaría, realizada el 21 de DICIEMBRE del 2016, en el Artículo No. 10 acuerda:

PRIMERO: En virtud de la competencia otorgada por Ley No. 7554 a esta Secretaría, se emite la siguiente resolución respecto a la evaluación ambiental para actividades, obras o proyectos para los cuales se ha determinado un muy bajo impacto ambiental potencial, y requieren del otorgamiento de los permisos municipales, de funcionamiento por parte del Ministerio de Salud (MINSA), o ante la Administración Forestal del Estado (AFE).

Artículo 1.- Objeto de la Resolución

Establecer el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (o EIA) para actividades, obras o proyectos, para los cuales se ha definido un muy bajo impacto ambiental potencial, como parte integral de las gestiones municipales, del MINSA y de la AFE, con el fin de aclarar que sólo los proyectos que se encuentran en los anexos 1 y 2 del Decreto Ejecutivo N° 31840-MINAE-S-MOPT- MAG-MEIC y sus reformas, estarán sujetos al trámite de Viabilidad (Licencia) Ambiental (o VLA).

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

Aclarar que para un proyecto con impacto ambiental significativo, fuera de anexos 1 y 2 del Decreto Ejecutivo N° 31840-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, la SETENA valorará técnicamente la actividad, obra o proyecto, de acuerdo al espacio geográfico donde se circunscribe el mismo, a la magnitud de la obra o actividad e impactos ambientales potenciales (o IAP), para definir, si se incluye vía reglamento en alguno de los dos anexos.

Establecer que, en estricto acatamiento a lo regulado en el artículo 122 del Decreto Ejecutivo N° 31840-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC y sus reformas, la SETENA no está facultada para evaluar proyectos que hayan iniciado obras, o bien, que se encuentren en ejecución y funcionamiento, lo anterior debido a que la EIA es un proceso que utiliza Instrumentos predictivos, lo cual significa, que no podrían establecerse parámetros de predictividad respecto a una actividad, obra o proyecto que se encuentre ejecutada o en operación. Por lo tanto, la EIA se aplica única y exclusivamente a proyectos nuevos, utilizándose para todos los efectos legales, la definición establecida en el artículo 1 y 3 inciso 3) del Decreto Ejecutivo N° 31840 MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.

Esclarecer a todos los administrados e Instituciones de Gobierno, que la cita del Anexo 2 del Decreto Ejecutivo N° 31840 MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, que señala: "1. En el caso de un Área Ambientalmente Frágil, se debe proceder con el Documento de Evaluación Ambiental D-1". Este enunciado debe utilizarse, bajo la siguiente interpretación jurídica: si es un proyecto incluido en el Anexo 1 o 2 del Decreto Ejecutivo N° 31840 MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, y adicionalmente se encuentra en un Área Ambientalmente Frágil, en adelante AAF, debe iniciar el proceso de EIA con el Documento de Evaluación Ambiental D1, sin importar los umbrales indicados en el Anexo 2.

En caso de una actividad, obra o proyecto, que tenga un impacto ambiental significativo, no contemplada dentro de la normativa ambiental vigente, la SETENA valorará la procedencia de someterlo al proceso de evaluación ambiental, incorporándolo en la normativa correspondiente.

Artículo 2.- Irretroactividad

Todas aquellas actividades, obras o proyectos que se encuentran en operación y cumpliendo con la legislación vigente, desde antes del 04 de octubre del 1995, cuando entró en vigencia la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, o bien después de esa fecha pero hasta el 28 de junio del 2004, con la entrada en vigencia del Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N° 31840-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC), y para las cuales el MINSA o las municipalidades les exijan contar con la Viabilidad (Licencia) Ambiental para renovar su permiso o patente de funcionamiento, se debe informar al MINSA, a las Municipalidades, MAG/SENASA y otras instituciones que, se les pueden renovar la patente o el permiso de funcionamiento, sin que requiera de previo contar con la VLA. En el caso del Ministerio de Salud, se cuenta con la Directriz Ministerial DM-EC-1504-2013, del 20 de mayo de 2013, sobre la "Procedencia de Requisito de Viabilidad Ambiental para Renovación de Permisos Sanitarios de Funcionamiento", así como lo establecido en el artículo 9 inciso 3) del Decreto Ejecutivo No. 30472-S, "Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud".

Artículo 3.- Definiciones

1. **Actividades de Muy bajo impacto ambiental potencial**, se refiere a las actividades humanas que, por su naturaleza no provocan alteración negativa del ambiente y que no representan una desmejora de la calidad ambiental del entorno en general o de alguno de sus componentes, ni afectación a la salud de la población, debido a que las emisiones atmosféricas, vertidos de aguas residuales, manejo de residuos ordinarios y especiales y ruido se ajustan a las disposiciones establecidas en la regulación vigente. Además, no se utilizan productos peligrosos y no generan residuos de este tipo.
2. **Actividad, obra o proyecto**: Conjunto de acciones necesarias para la planificación, construcción de obras de infraestructura, desarrollo de actividades productivas o de servicios, incluyendo aquellas necesarias para el abandono de la actividad o cierre técnico. Forman parte de este grupo también, las actividades relacionadas con la elaboración de los programas, políticas y planes de ordenamiento territorial o uso de espacios geográficos para desarrollo económico, social, de infraestructura, energético, turístico, minero y urbano, en la medida que los mismos determinan acciones o actividades humanas que alteran o destruyen elementos del ambiente o generan residuos, materiales tóxicos o peligrosos.
3. **Área Ambientalmente Frágil (AAF)**: Espacio geográfico que en función de sus condiciones de geopotencialidad, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad socio-cultural; presenta una capacidad de carga restringida y con algunas limitantes técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales el Estado, en virtud de sus características ambientales, haya emitido un marco jurídico especial de protección, resguardo o administración.
4. **Código de Buenas Prácticas Ambientales (CBPA)**: Documento que contiene el conjunto de prácticas ambientales, generales y específicas, que debe cumplir todo Desarrollador, no importa la categoría ambiental en que se encuentre su actividad, obra o proyecto, como complemento de las regulaciones ambientales vigentes en el país. En el mismo se establecen acciones de prevención, corrección, mitigación y compensación que deben ejecutarse a fin de promover la protección y prevenir daños al ambiente. Este documento debe ser tomado en consideración por el consultor ambiental y el analista responsable de revisar una evaluación de impacto ambiental.
5. **Impacto Ambiental Potencial**: Efecto ambiental positivo o negativo latente que ocasionaría la ejecución de una actividad, obra o proyecto sobre el ambiente. Puede ser preestablecido, tomando como base de referencia el impacto ambiental causado por la generalidad de actividades, obras o proyectos similares, que ya se encuentran en operación.
6. **Mejora**: Labores de embellecimiento, reparación, rehabilitación o sustitución que se realizan sobre una obra de infraestructura, para recuperarla de un estado de deterioro, así como labores de ampliación de esas mismas obras.

De igual forma, se entiende como mejora la ampliación de las obras existentes, que no supere los 500 m² de área. No se considera una mejora la demolición y

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

construcción total de nuevas obras.

7. **Movimiento de tierras:** Labores de remoción o excavación de suelos que se realizan para aquellas obras, actividades o proyectos, que son parte integral de un proyecto de infraestructura. Cuando el movimiento de tierra consiste, en sí mismo, un proyecto, deberá realizar el trámite establecido en el Decreto Ejecutivo que regule este tema.

Artículo 4.- Requisitos

Para los efectos del presente acuerdo, las actividades, obras o proyectos considerados como de muy bajo impacto ambiental potencial son aquellas que reúnen las siguientes condiciones:

1. Que a pesar de que produzca un efecto negativo, el grado de alteración o intensidad de la actividad, obra o proyecto sobre el ambiente se considera mínima debido a que la extensión del efecto es puntual; la permanencia del impacto en el ambiente es fugaz, puesto que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas, por medios naturales, en un lapso menor a un año.
2. Que los desechos sólidos generados sean manejados y dispuestos finalmente bajo el marco normativo de la Ley para la Gestión Integral de Residuos, en sitios autorizados por el ente competente.
3. Que no se produzcan ruidos que superen la norma técnica que establece los límites máximos permitidos por el Ministerio de Salud.
4. Que no se trate de una actividad, obra o proyecto nuevo que produzca el cambio de uso del suelo en terrenos cubiertos por bosque, o bien, invada la zona protección de cuerpos de agua superficial.
5. Que se comprometan a aplicar prácticas de gestión ambiental, conforme a lo establecido en las regulaciones ambientales vigentes en el país y con el Código de Buenas Prácticas Ambientales.
6. Que cuente con certificado de uso del suelo conforme, cuando corresponda.

Artículo 5.- Actividades

Las actividades, obras o proyectos que no requieren de una Evaluación de Impacto Ambiental son las siguientes:

1. Acondicionamiento de contenedores para uso de oficinas.
2. Ampliación, remodelación, operación y mantenimiento de captaciones de agua y casetas de bombeo y su equipo en sistemas de distribución de agua y alcantarillado sanitario existentes.
3. Aprovechamiento maderable en plantaciones forestales, Sistemas Agroforestales, árboles plantados individualmente, árboles en terrenos de uso agropecuarios sin bosque y árboles en zonas urbanas.
4. Chorrea y cambio de pisos.
5. Construcción de casetas de seguridad y vigilancia.
6. Construcción de cochera, garajes o corredores.
7. Construcción de rampas de acceso.
8. Construcción o mejoras de bajantes y canoas.
9. Construcción o mejoras de aceras.

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

10. Construcción de edificaciones, oficinas, locales comerciales, viviendas unifamiliares e infraestructura para actividades agropecuarias de hasta 500 metros cuadrados de construcción en dos pisos o menos.
11. Construcción o techado de parqueo de vehículos, que no superen los 500 metros cuadrados de área constructiva.
12. Estudios o actividades necesarios, para obtener información en la elaboración de herramientas o instrumentos de evaluación de impacto ambiental.
13. Funcionamiento de Industrias, locales comerciales o de servicio en edificaciones existentes, cuya operación no estén incluidas dentro de los anexos 1 y 2 del Decreto Ejecutivo N° 31840 MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.
14. Helipuestos móviles.
15. Instalación y remodelación de verjas y portones.
16. Instalación, operación y mantenimiento de tanques quiebra gradientes y tanques elevados de almacenamiento de agua para consumo humano y usos agropecuarios.
17. Instalación y mejoras de sistemas de cableado (eléctrico, telefónico, cable o internet) dentro de cualquier edificación existente.
18. Instalación y mejoras de sistema contra incendio de una edificación.
19. Instalación y construcción de casetas de bombeo y su equipo, menores de 500 m², en sistemas de distribución de agua y alcantarillado sanitario existentes.
20. Instalación de hidrantes.
21. Mantenimiento de jardines, áreas verdes y recreativas para cualquier tipo de edificación.
22. Operación de centros de recuperación de residuos valorizables (centros de acopio), sin que incluya el proceso de reciclaje.
23. Pintura de edificaciones existentes.
24. Proyectos que se ubiquen dentro de zonas francas que cuenten con Viabilidad (Licencia) Ambiental, con infraestructura ya construida, y que las operaciones de estos proyectos, no estén incluidas dentro de los anexos 1 y 2 del Decreto Ejecutivo N° 31840 MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.
25. Proyectos turísticos de canopy que no impliquen la corta de árboles en áreas boscosas.
26. Reemplazo o cambio en capacidad de carga de redes de distribución eléctrica.
27. Remodelación y mejoras sobre una edificación existente. Se incluyen las ampliaciones de edificaciones existentes, siempre y cuando no superen los 500 metros cuadrados de área constructiva.
28. Remodelación, reparación, cambio de techo, cielo raso y divisiones internas.
29. Remodelación o cambio de ventanería.
30. Remodelación de infraestructura para actividades agropecuarias.
31. Reparación y mantenimiento de obras públicas como: puentes, muros, caminos, pistas de aterrizaje, líneas para ferrocarril y otras edificaciones. Para lo cual deben ser las mismas instituciones las encargadas de verificar el cumplimiento del Código de Buenas Prácticas Ambientales y las leyes correspondientes.
32. Reparación y mantenimiento de calles, caminos de acceso y senderos, ya existentes, sin que se amplíe el área original.
33. Reparación, rehabilitación, mantenimiento en la red sanitaria, red de acueducto y red de aguas pluviales, ya existentes, que no implique aumento en la cobertura del área del proyecto.
34. Reparación o mejora de caños de desagüe y otras obras de mejoras hidráulicas para viviendas unifamiliares, edificios u oficinas.

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

35. Sistemas de generación distribuida para autoconsumo, cuya fuente de energía utilice tecnología fotovoltaica con potencias iguales o menores a 500 kVA.
36. Servicios de alimentación al público, que no conlleve una construcción mayor a 500 m² de área.
37. Servicios no esenciales en Áreas Silvestres Protegidas.
38. Servicio de Autolavado o "Lavacar".
39. Sitios de manejo de vida silvestre ex situ, que no superan los 500 metros cuadrados de área constructiva.
40. Tapias u obras de contención.
41. Tapia provisional.
42. Techado de patio.
43. Gastos de distribución de gas LPG al detalle y tanques de autoconsumo LPG para locales existentes.
44. Unidades móviles de servicios (médicos, alimentos, telefonía, etc.).
45. Actividades desarrolladas en casas de habitación, siempre y cuando en el proceso productivo no se incorporen materias primas o sustancias peligrosas, ni se generen residuos peligrosos, con categoría de microempresa.
46. Cualquier actividad, obra o proyecto que este amparada por un Decreto de Emergencia.
47. Aprovechamiento y extracción de madera en troza o aserrada de árboles caídos naturalmente en bosques privados dentro o fuera de un Área Silvestre Protegida.
48. Movimientos de tierra menores a 200 m³.
49. La construcción y operación de edificaciones de menos de 500 m².
50. Proyectos de construcción de edificios industriales y de almacenamiento cuando no tengan relación directa con su operación de menos de 1000 m², siempre y cuando estas obras se ubiquen en un área con uso de suelo conforme a lo dispuesto en la planificación local y no se encuentren en un área ambientalmente frágil.

Artículo 6.- Procedimiento

La gestión ambiental de actividades, obras o proyectos descritos en el artículo 5, deberán realizarse ante la Municipalidad o Área de Conservación, correspondiente. El procedimiento de otorgamiento de permiso, para las actividades enumeradas en esta resolución, será definido por cada una de las Municipalidades, AFE, Ministerio de Salud y otros entes competentes.

Los entes mantendrán un registro de permisos, el cual podrá ser facilitado a SETENA, previa solicitud.

Artículo 7.- Casos de obras amparadas a un Decreto de Emergencia Nacional

Las actividades, obras o proyectos que el Estado Costarricense debe realizar, fundamentadas en el estado de excepción establecido en la Ley 8488, que es la "Ley Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias" y el artículo 180 Constitucional, y la jurisprudencia constitucional sobre esta materia, en aplicación de dicha normativa no están obligadas a solicitar la Viabilidad (Licencia) Ambiental.

Para tales efectos deberán cumplir con los requisitos técnicos, legales y formales establecidos en la Ley Nacional de Emergencias, los cuales son al menos:

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

a. Para el caso de obras que requieran el nombramiento de una unidad ejecutora de recursos del Fondo Nacional de Emergencias:

- 1-Que exista una declaratoria de Emergencia vía decreto vigente.
- 2-Que el daño esté reportado en el Plan General de la Emergencia.
- 3-Que el Plan de Inversión haya sido aprobado por la Comisión Nacional de Emergencia.
- 4-Que la Institución del Estado interesada haya sido nombrada Unidad Ejecutora del proyecto.

b. Para el caso de obras que por ser cubiertas con recursos propios de las instituciones públicas no requieren financiamiento del Fondo Nacional de Emergencias.

- 1-Que exista una declaratoria de Emergencia vía decreto vigente.
- 2-Que el daño esté reportado en el Plan General de la Emergencia y que en dicho Plan esté acreditado que será cubierto con fondos propios de la Institución competente.

El cumplimiento de estos requisitos no requiere de ningún pronunciamiento previo de la SETENA, siendo responsabilidad de la CNE al momento de aprobación de los Planes de Inversión, como de la Institución Ejecutora, el cumplimiento de los presupuestos facticos necesarios para configurar esta excepción.

Artículo 8- Alcance

Cualquier obra, actividad o proyecto incluida en el listado del anexo 1 y 2, deberá ser presentada ante la SETENA, de acuerdo con el trámite establecido en el Decreto Ejecutivo No. 31840-MINAE-S- MOPT-MAG-MEIC del 28 de junio del 2004, y sus reformas.

La SETENA tendrá la facultad, previa justificación, de ampliar o modificar la lista del artículo 5, mediante resolución de la Comisión Plenaria, lo que deberá ser notificado a las Municipalidades, MINSA y Áreas de Conservación de todo el país.

Artículo 9-. Derogatorias

La presente Resolución deja sin efecto la Resolución No. 583-2008-SETENA de las doce horas con treinta minutos del trece de marzo del dos mil ocho, y su respectiva ampliación Resolución No. 2653- 2008-SETENA, de las 08 horas cero minutos del 23 de setiembre del 2008 y lo establecido en los artículos 3 incisos 1) y 8); y 5 incisos 10), 11), 27), 36) y 38) de la resolución No. 2373-2016-SETENA de las quince horas del veintiuno de diciembre del dos mil dieciséis.

Artículo 10-. Vigencia

Rige a partir de la fecha de publicación en la página WEB. Comuníquese a las todas Municipalidades, Áreas de Conservación y Áreas Rectoras de Salud del país.

Artículo 11-. Publicidad en la página web de la SETENA

Resolución Nº 1482-2018-SETENA

Los documentos originales firmados digitalmente (Firma Digital) estarán en la dirección web <http://www.setena.gob.cr/docs/>, donde debe ser verificado por el interesado. Un original impreso y firmado se archiva como una pieza del expediente administrativo que se encuentra en custodia de la SETENA. En cuanto a los documentos firmados físicamente, constan en el expediente administrativo para cualquier verificación. En caso de que el interesado requiera una copia impresa certificada de alguno de los documentos notificados, deberá solicitar por escrito una certificación ante la SETENA.

Atentamente,

**LIC. MARCO ARROYO FLORES SECRETARIO GENERAL
EN REPRESENTACION DE LA COMISION PLENARIA**

TERCERO: Vigencia

Rige a partir de la fecha de publicación en la página WEB. Comuníquese a las todas Municipalidades, Areas de Conservación, Areas Rectoras de Salud e Instituciones Autónomas del país.

CUARTO: Publicidad en la página web de la SETENA

Los documentos originales firmados digitalmente (Firma Digital) estarán a disposición del interesado en la dirección web <http://www.setena.gob.cr/docs/>, donde debe ser verificado por cualquier interesado e Instancia pública o privada. Para todo efecto legal de acuerdo a la [Ley 8454](#) la firma digital emitida por una autoridad certificadora registrada tiene la equivalencia jurídica de una firma manuscrita, según el artículo 4 que indica: "Artículo 4º—Calificación jurídica y fuerza probatoria. Los documentos electrónicos se calificarán como públicos o privados, y se les reconocerá fuerza probatoria en las mismas condiciones que a los documentos físicos" Una copia impresa del documento firmado digitalmente se archiva como una pieza del expediente administrativo que se encuentra en custodia de la SETENA. De conformidad con el artículo 8 de la Ley 8220, no podrá solicitarse al interesado que requiera un trámite la presentación de certificaciones, copias de información que ya posea otra institución, según los medios legales preestablecidos.

Atentamente,

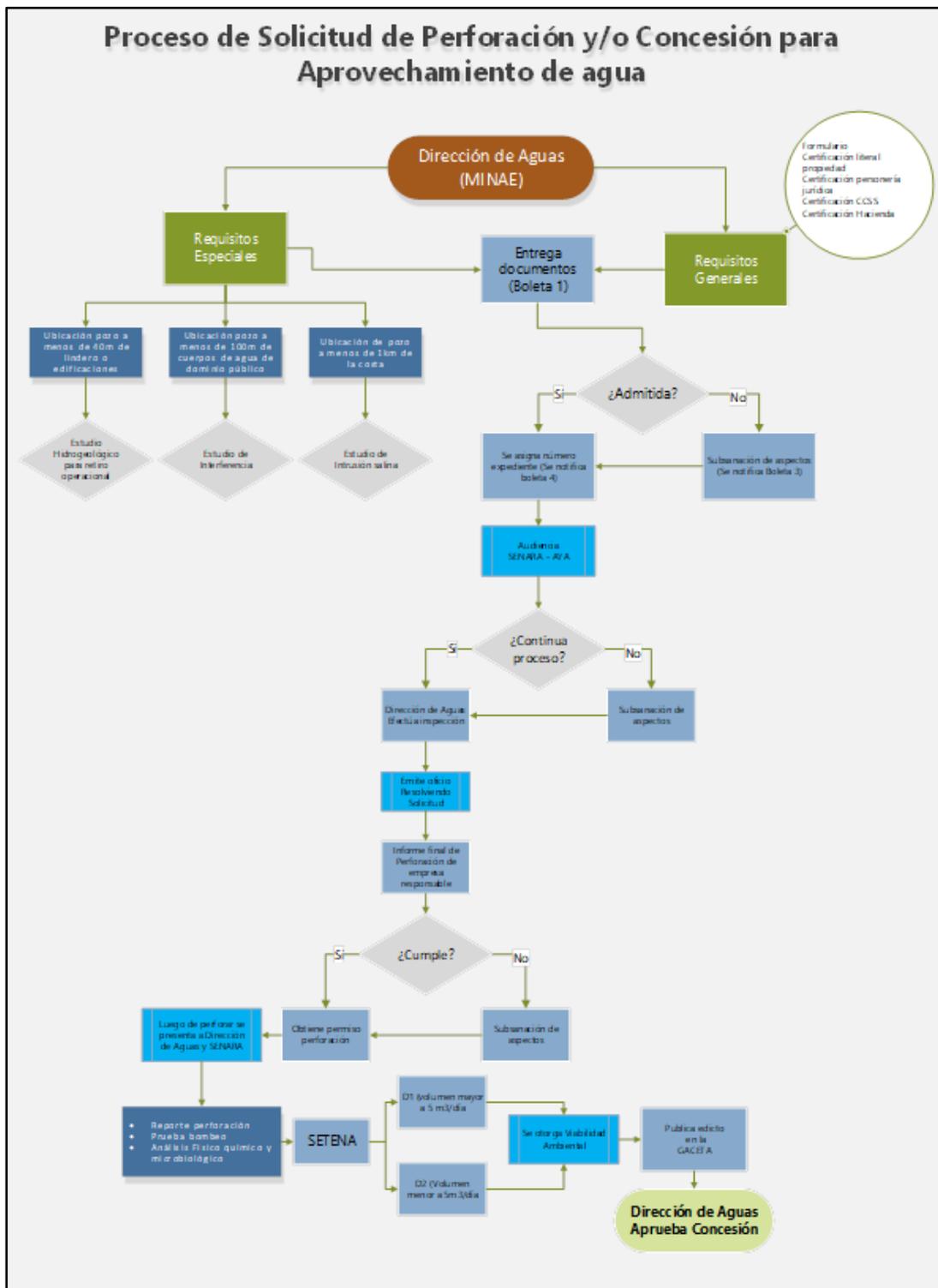
**SERGIO ALBERTO
BERMUDEZ
MUÑOZ (FIRMA)**

Firmado digitalmente por
SERGIO ALBERTO BERMUDEZ
MUÑOZ (FIRMA)
Fecha: 2018.10.09 09:45:00
-04'00'

**Msc. SERGIO BERMUDEZ MUÑOZ
SECRETARIO GENERAL
EN REPRESENTACION DE LA COMISION PLENARIA**

Anexo 11

Diagrama de flujo de la Tramitología de concesión de aprovechamiento de agua



Anexo 12

Formulario para acreditarse en PYMPA

La Gaceta N° 177 — Lunes 16 de setiembre del 2013					Pág 11
		Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica			
ANEXO 1					
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA					
FORMULARIO PARA LA DECLARACIÓN JURADA DEL PRODUCTOR AGROPECUARIO QUE DETERMINA SU CONDICIÓN COMO PEQUEÑO O MEDIANO PRODUCTOR AGROPECUARIO (PYMPA)					
EXCLUSIVA PARA ACTIVIDADES EN PRODUCCIÓN PRIMARIA AGRÍCOLA Y PECUARIA (Cada bien inmueble registrado debe declararse por separado)					
Nombre de la persona física o jurídica propietaria del inmueble:		Nombre del agricultor o empresa agrícola que declara como usuaria del inmueble (solo en caso de ser distinto del propietario del inmueble):			
Edad o año de fundación		Número de identificación		Nacionalidad	
EN MI CALIDAD DE (marcar con X):					
Propietario	Arrendatario	Usufructuario	Tenencia en precario	Otro (especifique)	
Concesión	Parcela IDA-INDER	Asentamiento	Zona fronteriza	Zona marítimo terrestre	
Teléfono	Celular	Correo electrónico			
Provincia	Cantón	Distrito	Barrio o caserío		
Dirección exacta:					
Autoriza el envío de información del MAG a su teléfono celular o correo electrónico		SI	NO		
Está afiliado a alguna organización		SI	NO	Especifique:	
Identificación (no consignar guiones ni espacios entre números, sustituir los guiones por ceros cuando proceda)					
Cédula del propietario del inmueble o apoderado					
		Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica			
Cédula jurídica de la razón social					
DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE					
PROVINCIA:		CANTÓN:			
DISTRITO:		FOLIO REAL:			
Dirección exacta:					
COORDENADAS GPS		N:	O:	Altitud: msnm	
FINCA SIN INSCRIBIR O EN TRÁMITE DE INFORMACIÓN POSESORIA:					
ÁREA					
Área total del inmueble (Hectáreas):					
Área total dedicada a actividades agrícolas (Hectáreas)					
Área total dedicada a actividades pecuarias (Hectáreas)					
Área total dedicada al barbecho (Hectáreas)					
Área total dedicada a zonas de reserva o conservación (Hectáreas)					
TIPO DE ACTIVIDAD EN PRODUCCIÓN PRIMARIA AGRÍCOLA Y PECUARIA:					
Si la actividad agropecuaria es única dentro del área de cultivo, solo se consigna una A en la columna I. En caso de cultivos o actividades combinadas o en asocio, se deben marcar con una B en la columna I y no reportar el dato de área en la segunda actividad					
Finca de uso agropecuario destinadas a la producción primaria agrícola o pecuaria		Columna I Marcar con A o B según corresponda	Columna II Área estimada Ha (separar decimales con un punto)		
Pecuario grupo 1: Pastos naturales, pastos mejorados o forrajes en sistemas de producción de ganado bovino para carne o doble propósito; así como caballos y búfalos, incluye sistemas silvopastoriles.					


Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica


Pecuario grupo 2: Pastos naturales, pastos mejorados, pastos de corta o forrajes en sistemas de lechería especializada, así como estabulados y semiestabulados.		
Pecuario grupo 3: Pastos naturales, pastos mejorados, pastos de corta o forrajes en sistemas de producción de especies pecuarias menores (cabras y ovejas).		
Pecuario grupo 4: Áreas para estanques de acuicultura de tilapia, trucha o camarón		
Pecuario grupo 5: Granjas destinadas a la producción de cerdos, aves, conejos, abejas y zootecnicos		
Plantas ornamentales, flores, follajes y productos de jardinería: incluye además la producción en invernadero o ambientes protegidos (no forestales); incluye viveros de cultivo de tejidos y plantaciones de ciprés ornamental.		
Hortalizas y legumbres grupo 1: papa, cebolla, tomate, chayote, chile dulce y chile picante; incluye producción en invernadero o ambientes protegidos, así como en hidroponía; incluye viveros.		
Hortalizas y legumbres grupo 2: lechuga, repollo, zanahoria, pepino, remolacha, brócoli, coliflor, apio, zapallo, ayote, culantro, culantro coyote, rábano, mostaza, arracache, cebollín, hongos, jengibre, berenjena, calabaza, albahaca, orégano, tomillo, ajo y demás hortalizas y legumbres; incluye además la producción en invernadero o ambientes protegidos, así como en hidroponía; incluye viveros.		
Raíces y tubérculos: yuca, tiquisque, malanga, camote, ñame, ñampi.		
Frutales grupo 1: piña, banano, naranja, melón, mango; incluye viveros		
Frutales grupo 2: papaya y plátano; incluye viveros		
Frutales grupo 3: limón ácido, mandarina y otros cítricos; pipa, coco, manzana, ciruela, aguacate, fresa, mora, rambután, cas, carambola, guayaba, maracuyá, higos, manzana de agua, tamarindo, jocote, zapote, nispero, guanábana, anona, pitahaya, caimito etc; incluye viveros.		
Café, cacao y especias: café, cacao, pimienta, canela, vainilla, incluye viveros.		
Granos básicos, cereales y leguminosas: arroz, frijol, maíz, sorgo		
Palma aceitera: palma africana, incluye viveros		
Semillas, cultivos y frutos diversos: plantas medicinales, aloe vera, manzanilla, menta.		
Materiales vegetales trenzables, bambú y productos vegetales que producen fibras naturales		
Caña de azúcar		
Pejibaye: palmito y pejibaye para fruta		
Tabaco		
Cultivos energéticos: higuera, jatropa, biomasa		

Tipo de producción agropecuaria (marcar con X)


Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica


<input type="checkbox"/> Agricultura convencional	<input type="checkbox"/> Agricultura orgánica	<input type="checkbox"/> Agricultura en transición
---	---	--

Infraestructura agropecuaria y agroindustrial: construcciones de uso agropecuario, necesarias para el desarrollo de actividades de producción primaria, que se encuentran dentro del área de las fincas de uso agropecuario

	Cantidad	Área total en m ²		Cantidad	Área total en m ²
Bodegas			Sala de ordeño		
Establos			Estabulados		
Casas de trabajadores agrícolas			Porquerizas		
Invernaderos			Granjas avícolas		
Plantas de tratamiento de aguas residuales			Granjas de especies pecuarias menores		
Biodigestores			Silos		
Estanques			Abrevaderos		
Reservorios de agua			Cercas		
Corrales			Obras de riego y drenaje		
Caminos internos (en metros lineales)			Aceras ganaderas (en metros lineales)		
Lecherías			Cajas de colmenas		
Áreas de recibo, clasificación, limpieza, almacenamiento en seco o refrigerado y empaque de productos agrícolas					

Información general de la unidad pecuaria (número de animales promedio anual)				Dispone de CVO		Si	NO
	Raza o cruce predominante	# machos	# hembras	# Machos	# Hembras		
Ganadería bovina:	Cria			Porcinos			
				Cria, desarrollo y engorde			
				Desarrollo y engorde			
	Engorde			Caprinos			
	Ganadería comercial			Ovinos			
	Criador ganado de registro			Aves		# total de animales	


Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica


Doble propósito				Came	
Lechería especializada				Huevos	
Búfalos			Acuicultura	m ² de espejo de agua	# animales
Caballos				Tilapia	
Apicultura (# colmenas)				Trucha	
Cunicultura				Camarón	

Información de la unidad familiar (aplica para razones sociales de empresas familiares)	Genero	
Número de personas que integran el núcleo familiar	M:	F:
Número de personas del núcleo familiar que laboran en la actividad productiva agropecuaria	M:	F:
Número de trabajadores fijos contratados fuera de la mano de obra familiar	M:	F:
Número de trabajadores temporales contratados fuera de la mano de obra familiar	M:	F:
Habita en el inmueble declarado	SI	NO

Declaro bajo la fe del juramento que la información suministrada sobre los terrenos, actividades productivas, ingresos estimados y mano de obra familiar, se ajustan a la realidad, entendido que cualquier error en la declaración suspenderá los efectos de la certificación que emita el MAG.

FIRMA	FECHA	RECIBIDO

LUGAR PARA NOTIFICACIONES: _____

Anexo 13

Lista de Programas del Sistema de Banca para El Desarrollo por operadores

 SISTEMA DE BANCA PARA EL DESARROLLO LISTA DE PROGRAMAS POR OPERADOR FINANCIERO	
Operadores Financieros	Programas
Banco Nacional	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Programa Sectorial de Financiamiento, Fomento y Encadenamiento productivo del sector ganadero. Créditos avalados por el Fonade Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
Banco de Costa Rica	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Fortalecimiento de las Mipymes y encadenamientos Turísticos . Fomento a la asociatividad
Banco Popular	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Créditos avalados por el Fonade Primer impacto Adelante mujeres
Baccredomatic	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Programa Sectorial de Financiamiento, Fomento y Encadenamiento productivo del sector ganadero. Fortalecimiento de las Mipymes y encadenamientos Turísticos . Créditos avalados por el Fonade Créditos verdes del SBD
Banco Improsa	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Fortalecimiento de las Mipymes y encadenamientos Turísticos . Primer impacto
Banco BCT	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Fortalecimiento de las Mipymes y encadenamientos Turísticos .
Banco Promerica	Atención del primer Impacto del SBD Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Créditos verdes del SBD
Coopeservidores R.L.	Adelante mujeres Créditos verdes del SBD Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Coopesanmarcos R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Atención del primer Impacto del SBD
Coopemistad	Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Primer impacto
Desyfin	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Arrendamiento financiero del SBD
MUCAP	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Primer impacto
Coopelianza R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Primer impacto
Credecoop R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Coocique R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Programa Sectorial de Financiamiento, Fomento y Encadenamiento productivo del sector ganadero. Adelante mujeres Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Financiera CAFSA	Arrendamiento financiero y operativo del SBD

Coopelecheros R.L.	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
Cooparroz R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola
Coopetarrazú R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola
Coopeprole R.L.	Primer impacto
Coopeatenas R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola
Coopeagri R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Primer impacto
Coopepalmares R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola
Coopebrisas	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
Coopedota R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Primer impacto
Coopronaranjo R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola
CAC Puntarenas	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
Coopepuriscal R.L.	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Asoprosanramon	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Bandecosa	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Fudecosur	Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios
Fundebase	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor Créditos avalados por el Fonade
Fundecoca	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
Fiderpac	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
Agrileasing	Arrendamiento financiero y operativo del SBD
Edesa	Financiamiento de los sectores industria, comercio y servicios Financiamiento del sector agropecuario - agrícola Financiamiento del sector agropecuario ganadería mayor y ganadería menor
WWW.SBDCR.COM	

Anexo 14

Plan de financiamiento con BN Agricultura

1.1. BN Agricultura	
Descripción:	Producto crediticio dirigido expresamente al financiamiento de capital de trabajo e inversiones de las actividades agrícolas, en que el Banco no tiene limitante alguna para incursionar.
Actividades a financiar:	Dirigido a actividades agrícolas.
Moneda:	Colones (₡) / Dólares (\$)
Monto mínimo:	No aplica
Monto máximo:	Según la capacidad de pago del solicitante.
Plazo mínimo:	No aplica
Plazo máximo:	De acuerdo al plan de inversión y el ciclo productivo de la actividad a financiar.
Tasa de interés:	Tasa de referencia (TR) + 3,10% (variable) La tasa anterior es para préstamos en colones a 12 meses plazo máximo, hasta 36 meses plazo la tasa es TR + 5,15% y para plazos mayores es TR + 6,10%.
Tipo de garantía:	Fiduciaria, hipotecaria, prendaria, avales, mobiliaria u otra. Se permiten las garantías que están a satisfacción y cumpla con la normativa vigente (Sugef 1-05 y 15-16).
Periodicidad de pago:	Mensual, trimestral, semestral, anual u otra. Existen formas de pago en función del ciclo productivo y flujo de efectivo del cliente.
Gastos administrativos:	1,5%
Otros cargos:	Se cuenta son seguros de vida, cosecha, bienes muebles (cultivo) e inmuebles.
Beneficios adicionales:	1. Atención personalizada a través de un ejecutivo especializado. 2. Oferta ajustada a las necesidades del cliente. 3. Formas de pago y requisitos ajustados a la actividad.
Otras características:	Adicional a las condiciones anteriores existen programas de atención con condiciones especiales como el Programa de Aguacate.
Requisitos y documentación:	1. Certificación de propiedad del sitio de la inversión, o contratos de alquiler. 2. Certificaciones de semilla, en los casos que aplique. 3. Copia de la identificación. 4. Información del avío.

Anexo 15

Procedimiento para calcular el impuesto sobre la renta

 (<https://www.hacienda.go.cr/contenido/13149-NormasInternacionalesContabilidad>)

Ejemplos cálculos Impuesto Sobre la Renta

Dirección de Servicio al Contribuyente.

Actualizado a 2021

1. Cálculo para el impuesto sobre la renta para personas jurídicas

Ingresos Brutos	Tarifa (se aplica sobre renta neta total)
Hasta ₡54.303.000,00	10%
Hasta ₡109.228.000,00	20%
Más de ₡109.228.000,00	30%

Se toma como referencia las tarifas correspondientes al período fiscal 2019.

Para calcular el impuesto sobre la renta a las personas jurídicas, se considera como base para la aplicación de la tarifa, el total de ingresos brutos percibidos, sin embargo, la tarifa se le aplica a la renta neta (renta bruta menos costos y gastos) para determinar el impuesto sobre la renta a cancelar, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Ingresos brutos percibidos	₡110.500.000,00
Tarifa aplicar según la tabla	30%
Gastos	₡25.000.000,00
Renta Neta	₡85.500.000,00 * 30%
Impuesto sobre la renta	₡25.650.000,00

2. Cálculo para el impuesto sobre la renta para personas físicas con actividad lucrativa

Renta Neta 2019	Tarifa
Hasta ₡3.628.000,00	No sujeto
Sobre el exceso de ₡3.628.000,00 hasta ₡5.418.000,00	10%
Sobre el exceso de ₡5.418.000,00 hasta ₡9.038.000,00	15%
Sobre el exceso de ₡9.038.000,00 hasta ₡18.113.000,00	20%
Sobre el exceso de ₡18.113.000,00	25%

Se toma como referencia las tarifas correspondientes al período fiscal 2019. Para calcular el impuesto sobre la renta a las personas físicas con actividad lucrativa, se considera como base para la aplicación de la tarifa, la renta neta, o sea la renta bruta menos los costos y gastos y se aplica escalonada, como se muestra en el siguiente ejemplo:

■ Ingresos brutos percibidos	₡12.000.000,00
■ Costos y gastos	₡1.500.000,00
■ Renta Neta	₡10.500.000,00

Hasta ₡3.628.000,00	No sujeta al impuesto
Sobre el exceso de ₡3.628.000,00 hasta ₡5.418.000,00	₡5.418.000,00
	₡3.628.000,00
	₡1.790.000,00
Tarifa por aplicar para el primer tramo sujeto a impuesto	10%

	¢179.000,00
Sobre el exceso ¢5.418.000,00 hasta ¢9.038.000,00	¢9.038.000,00
	¢5.418.000,00
	¢3.620.000,00
Tarifa por aplicar para el segundo tramo sujeto a impuesto	15%
	¢543.000,00
Sobre el exceso ¢9.038.000,00 hasta ¢10.500.000,00	¢10.500.000,00
	¢9.038.000,00
	¢1.462.000,00
Tarifa por aplicar para el tercer tramo sujeto a impuesto	20%
	¢292.400,00
Total de impuestos por pagar (suma de los resultados de las operaciones efectuadas para los diferentes tramos)	¢179.000,00
	¢543.000,00
	¢292.400,00
Total de impuesto por pagar	¢1.014.400,00
3. Cálculo para el impuesto sobre la renta para asalariados	
Salario bruto mensual	Tarifa
Hasta ¢817.000,00	Exento
Sobre el exceso de ¢817.000,00 hasta ¢1.226.000,00	10%
Sobre el exceso de ¢1.226.000,00	15%
Para calcular el impuesto sobre la renta a las personas asalariadas, se considera como base para la aplicación de la tarifa, el salario bruto, o sea el salario bruto sin las deducciones de ley y se aplica escalonada. Por ejemplo: una persona que gane un salario de ¢3.500.000,00.	
Hasta ¢817.000,00	Exento
Sobre el exceso de ¢817.000,00 hasta ¢1.226.000,00	¢1.226.000,00
	¢817.000,00
	¢409.000,00
Tarifa por aplicar para el primer tramos sujeto a impuesto	10%
	¢40.900,00
Sobre el exceso ¢1.226.000,00	¢3.500.000,00
	¢1.226.000,00
Sobre el exceso ¢1.226.000,00	¢3.500.000,00
	¢1.226.000,00
	¢2.274.000,00
Tarifa por aplicar para el segundo tramo sujeto a impuesto	15%
	¢341.100,00
Total de impuesto de renta (suma de los resultados de las operaciones efectuadas para los diferentes tramos)	¢40.900,00

	₡341.100,00
Total	₡382.000,00

Política de Privacidad (<https://www.hacienda.go.cr/contenido/16662>)
Solo para funcionarios de Hacienda (<https://www.hacienda.go.cr/contenido/15127>)
Actualizado a diciembre 2021

Ap: 2

(<http://mapa.presidencia.go.cr/>) (<https://www.hacienda.go.cr/contenido/14526-comision-de-rescate-y-formacion-de-valores>)
(/)

(<https://www.hacienda.go.cr/contenido/12835-red-interinstitucional-de-transparencia>)

Anexo 16

Cálculo de referencia del promedio de menor lluvias en los últimos 5 años evaluados (2016-2020)

Etiquetas de fila	2016	2017	2018	2019	2020	promedio
Enero	67,8	113,4	239,6	7	142,6	114,08
Febrero	69	9,8	54,8	7,6	43,8	37
Marzo	6,2	18,2	7,2	15,6	5	10,44
Abril	73,4	40,2	15,8	29	13,6	34,4
Mayo	164,2	424,8	288	382	175,4	286,88
Junio	181	175,6	251	59,2	213,2	176
Julio	80,2	49,4	230,8	99,2	70,2	105,96
Agosto	109,6	174,6	117,4	128,8	142,2	134,52
Septiembre	11,2	494,8	186,8	192,4	274,4	231,92
Octubre	401,2	227,8	262,2	321,6	272	296,96
Noviembre	386,6	132	92,2	172,4	211,2	198,88
Diciembre	130,2	147	32	46,2	166,4	104,36
promedio	140,05	167,3	148,15	121,75	144,17	144,28

% de lluvias con respecto al promedio % de reducción de lluvia

6,14%	93,86%
20,54%	79,46%
149,43%	-49,43%
84,30%	15,70%
133,16%	-33,16%
33,64%	66,36%
93,62%	6,38%
90,58%	9,42%
70,12%	29,88%
118,24%	-18,24%
81,63%	18,37%
27,76%	72,24%

Promedio de reducción de lluvias **24,24%**

Anexo 17

Cálculo de índice de estacionalidad de precios en culantro castilla

Año	t	Precios	total cuatro cuatrimestres	Promedio móvil de cuatro	Promedio móvil centrado	Valor estacional específico
2015	1	615,06				
	2	825,43	2 984,84	746,21		
	3	597,34	3 092,21	773,05	759,63	0,79
	4	947,01	3 174,47	793,62	783,34	1,21
2016	5	722,43	3 186,84	796,71	795,16	0,91
	6	907,69	3 281,39	820,35	808,53	1,12
	7	609,71	4 392,29	1 098,07	959,21	0,64
	8	1 041,56	4 942,12	1 235,53	1 166,80	0,89
2017	9	1 833,33	5 006,77	1 251,69	1 243,61	1,47
	10	1 457,53	4 831,45	1 207,86	1 229,78	1,19
	11	674,36	3 718,85	929,71	1 068,79	0,63
	12	866,24	3 104,91	776,23	852,97	1,02
2018	13	720,73	3 078,85	769,71	772,97	0,93
	14	843,59	3 114,83	778,71	774,21	1,09
	15	648,29	3 315,29	828,82	803,76	0,81
	16	902,22	3 702,71	925,68	877,25	1,03
2019	17	921,19	3 871,02	967,76	946,72	0,97
	18	1 231,01	3 739,27	934,82	951,29	1,29
	19	816,60				
	20	770,46				

	I trimestre	II trimestre	III trimestre	IV trimestre
2015			0,79	1,21
2016	0,91	1,12	0,64	0,89
2017	1,47	1,19	0,63	1,02
2018	0,93	1,09	0,81	1,03
2019	0,97	1,29		
Media	1,07	1,17	0,71	1,04

Indices estacionales típicos de la serie son

I trimestre	1,0720
II trimestre	1,1729
III trimestre	0,7149
IV trimestre	1,0364
Total	3,9962

$$\text{Factor de corrección} = \frac{4,00}{3,9962} = 1,000949311$$

Ajuste con factor de corrección

I trimestre	1,0720	1,000949311	1,073064689
II trimestre	1,1729	1,000949311	1,173989973
III trimestre	0,7149	1,000949311	0,715557412
IV trimestre	1,0364	1,000949311	1,037387926
Total	3,9962		4

Indices estacionales ajustados

I trimestre	1,07306469	107,31%	7,31%
II trimestre	1,17398997	117,40%	17,40%
III trimestre	0,71555741	71,56%	-28,44%
IV trimestre	1,03738793	103,74%	3,74%