

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización en Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental



“PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN – CASO DE ESTUDIO: UCUSCANCHA – SHULLAPAMARCA – CALZADA, DISTRITO CHICLA”

Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrícola

Ana María Huamaní Juárez

Carlos Augusto Ruiz Salazar

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

Ana María:

A Dios por derramar sus bendiciones y permitirme lograr muchos objetivos en mi vida, a pesar de tantas pruebas en mi camino y por colocar en mi vida a personas de gran corazón.

A mis amados padres Ana y Humberto, por ser mi mayor ejemplo de superación, motivación, fortaleza, razón de ser y por su apoyo sin límites.

A mi familia en general y a mis mejores amigos por haberme brindado su apoyo incondicional, y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A Mateo, por su paciencia, consejos y apoyo incondicional.

Al Ing. Rodolfo Muñante, que en vida me brindó sabios consejos y apoyo incondicional para lograr este objetivo.

Carlos Augusto:

A mis queridos padres, Manuel, Nancy y mi abuela Cristel, por brindarme su amor y apoyo incondicional, además de motivarme para siempre luchar por mis sueños.

A mis hermanos, Luis, Nancy, Ana que siempre han estado apoyándome y brindándome su amor y a mi hermano Aldo, que aunque no esté en este mundo, siempre me cuida y protege.

A mi querido sobrino Luis Leonardo, que llego a mi vida para hacerme muy feliz.

A toda mi familia en general y a mis queridos amigos, por su apoyo y cariño brindado en todas las etapas de formación.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en primer lugar a nuestra querida UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, por darnos la oportunidad de formarnos y forjarnos como profesionales.

A nuestra asesora de tesis, Dra. Lía Ramos, quien con su conocimiento, experiencia y motivación, hizo posible culminar con éxito este trabajo de titulación.

Por último a todas las personas, que de alguna u otra manera, han sido claves en nuestra vida profesional, y por extensión, en lo personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivo principal.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN	4
2.1.1. Unidades que componen un sistema de riego por aspersión en ladera.....	4
2.1.2. Diseño agronómico.....	6
2.1.3. Diseño hidráulico.....	14
2.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	16
2.2.1. Caracterización del proyecto.....	16
2.2.2. Caracterización del ambiente.....	17
2.2.3. Identificación y evaluación de impactos ambientales.....	18
2.2.4. Plan de Manejo Ambiental.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. ZONA DE ESTUDIO	22
3.1.1. Caracterización del ambiente.....	26
3.2. MATERIALES	29
3.2.1. Caracterización del proyecto.....	29

3.2.2. Etapas de intervención del proyecto	33
3.3. METODOLOGÍA	38
3.3.1. Acciones susceptibles de producir impactos	38
3.3.2. Factores ambientales representativos del impacto (FARI).....	39
3.3.3. Identificación, valoración y jerarquización de impactos ambientales	39
IV. RESULTADOS	43
4.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	43
4.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	43
4.3. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	43
4.3.1. Descripción de los impactos ambientales identificados	43
4.4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	60
4.4.1. Plan de manejo y mitigación de los impactos.....	60
4.4.2. Plan de monitoreo y seguimiento ambiental del proyecto.....	64
4.4.3. Plan de contingencia ambiental	66
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
VIII. ANEXOS	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un sistema de riego por aspersión en ladera	5
Figura 2: Esquema que representa la ETo	6
Figura 3: Esquema de la variación del coeficiente del cultivo (Kc).....	7
Figura 4: Esquema que representa el proceso de la ETc	8
Figura 5: Flujograma de la metodología seguida en el estudio	23
Figura 6: Mapa de ubicación y microcuenca de la Quebrada Chueco	24
Figura 7: Plano de resumen del sistema de riego por aspersión en Ucuscancha – Shullapamarca y Calzada	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8: Esquema hidráulico general del sistema de riego por aspersión.....	32
Figura 9: Diagrama de flujo ASPI.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Eficiencia de aplicación de riego según el sistema de riego	9
Tabla 2: Espaciamiento de laterales en condiciones específicas de viento	12
Tabla 3: Valores de <i>km</i> para diferentes accesorios	15
Tabla 4: Población beneficiada	28
Tabla 5: Materiales utilizados.....	29
Tabla 6: Estimación de demandas de agua para la cédula de cultivos del proyecto	31
Tabla 7: Obras civiles a construirse.....	35
Tabla 8: Matriz de doble entrada para componentes ambientales y componentes del proyecto.....	40
Tabla 9: Criterios de evaluación.....	42
Tabla 10: Matriz de identificación de impactos ambientales	52
Tabla 11: Valoración de los impactos ambientales en la etapa de construcción.....	53
Tabla 12: Valoración de impactos ambientales en la etapa de construcción.....	54
Tabla 13: Valoración de impactos ambientales en la etapa de operación	56
Tabla 14: Valoración de impactos ambientales en la etapa de mantenimiento	58
Tabla 15: Jerarquización de los impactos ambientales.....	59
Tabla 16: Plan de manejo y mitigación de impactos en la etapa de construcción.....	60
Tabla 17: Plan de mitigación de impactos en la etapa de operación y mantenimiento	63

Tabla 18: Plan de monitoreo y seguimiento para el control de la erosión.....	64
Tabla 19: Plan de monitoreo y seguimiento para la calidad del agua	65
Tabla 20: Plan de contingencia en la etapa de construcción	66

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: ACCIONES SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS (ASPI) EN EL PROYECTO DE RIEGO	74
ANEXO 2: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERAS.....	80
ANEXO 3: PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	84
ANEXO 4: GALERÍA DE FOTOS	87
ANEXO 5: PLANOS DE ESQUEMAS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO.....	90

RESUMEN

El presente estudio pretende identificar, describir, valorar y jerarquizar los impactos ambientales para un proyecto de riego por aspersión, teniendo como caso de estudio el Proyecto “Mejoramiento del Sistema de Riego en los sectores de Ucuscancha, Shullapamarca y Calzada, en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima; para así proponer un Plan de Manejo Ambiental. La metodología que se utilizó fue en base a la realización de un Estudio de Impacto Ambiental, donde se caracterizó al medio ambiente y a las etapas del proyecto, obteniéndose con ellos las Acciones Susceptibles de Producir Impactos y los Factores Representativos de Impactos, la interrelación de éstos permitió la identificación de los impactos ambientales. La valoración de los mismos se realizó en base a la metodología de los criterios relevantes integrados, donde se valora el impacto ambiental mediante su intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo, agregando la característica del impacto, si es beneficioso o perjudicial, para luego jerarquizarlos y con los impactos más significativos en las etapas del proyecto realizar una propuesta del Plan de Manejo Ambiental. Dentro de los impactos ambientales negativos más representativos en las etapas de proyecto, se obtuvieron, como severos a la erosión del suelo y riesgos de accidentes en la etapa de construcción, y en la etapa de operación y mantenimiento la presencia de vectores y/o plagas, incremento de lesiones y/o enfermedades, contaminación del suelo y agua como moderados; asimismo, como impactos positivos se tienen el mejoramiento de la eficiencia del recurso hídrico, incremento de la cobertura vegetal, mejora de la economía y bienestar de los beneficiarios. Con los resultados obtenidos de la matriz de jerarquización, se identificaron las medidas correctivas que deben aplicarse para minimizar los impactos negativos y/o maximizar los positivos; se propone un Plan de Manejo Ambiental, que aprovecha plenamente todos los recursos con el objetivo de conservarlos y administrarlos para el futuro, de tal manera que se establezca un equilibrio en el ecosistema, asegurando la preservación del ambiente, y mejorando la calidad de vida de la población.

Palabras claves: aspecto ambiental, valoración ambiental e impacto ambiental.

ABSTRACT

This study aims to identify, describe, evaluate and rank the environmental impacts for a project sprinkler, taking as a case study "Improving Irrigation System Ucuscancha, Shullapamarca and Calzada sectors, in the district of Chicla province of Huarochiri, Department of Lima; in order to propose an Environmental Management Plan. The methodology used was based on the realization of an environmental impact study, which was characterized for the environment and the stages of the project, giving them Susceptible Actions Produce impacts and Representative Factors Impacts, of the interrelation of these allowed the identification of environmental impacts. The assessment thereof was performed based on the methodology of the relevant integrated approaches, where the environmental impact is assessed by its intensity and by a number of qualitative attributes, adding the characteristic of impact, whether it is beneficial or harmful to then rank them with the most significant impacts in the stages of the project to make a proposal of the Environmental Management Plan. Among the most representative negative environmental impacts in the stages of project were obtained, as severe soil erosion and risks of accidents in the construction phase, and the operation and maintenance phase of the presence of vectors and / or pests increased injuries and / or diseases, contamination of soil and water as moderate; also have positive impacts as improving the efficiency of water resources, vegetation cover increased, improving the economy and welfare recipients. With the results of the ranking matrix, the corrective measures to be taken to minimize environmental negative impacts and / or maximizing the positive were identified; Environmental Management Plan, which takes full advantage of all resources in order to conserve and manage them for the future, so that a balance in the ecosystem is established, ensuring the preservation of the environment, and improving quality of life the population.

Keywords: environmental aspect, environmental assessment and environmental impact.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida humana y para la vida, en general, en todo el planeta; sin embargo, se tiene que tan solo el 3 por ciento es agua dulce y de ésta, la agricultura consume cerca del 70 por ciento, lo cual, hace que sea importante buscar métodos para disminuir el consumo de agua de la agricultura, pero manteniendo o aumentando la producción por área de cultivo; y, además, permitiendo obtener productos que logren satisfacer la demanda (Sánchez, 2013). En la actualidad, sólo el 17 por ciento del área total bajo cultivo en el mundo, está bajo riego (Vásquez, 2010).

En el Perú, casi el 100 por ciento de la agricultura de la costa y, aproximadamente, un 40 por ciento de la agricultura de la sierra, es bajo riego (Zegarra y Orihuela, 2005). La agricultura juega un papel fundamental en la supervivencia, porque proporciona los alimentos necesarios para el sustento del hombre (Lloré y Rodríguez, 2005); es un sector importante para el crecimiento económico y, de cierta manera, es agente de reducción de la pobreza rural, pues casi un tercio de la población vive en las zonas rurales y, aproximadamente, el 50 por ciento de sus ingresos proviene de la agricultura (MINAGRI, 2012).

El territorio nacional abarca un total de 38, 742,464.68 ha, de las cuales solo un 18.5 por ciento son aptas para la agricultura, que representa un total de 7, 125,008 ha. De las tierras aptas para la agricultura, se tienen superficies con cultivos (58 por ciento), tierras en barbecho (11 por ciento), tierras en descanso (11 por ciento) y superficies agrícolas no trabajadas, que representan el 11 por ciento del total (774,882 ha). La principal razón de no tener cubierta toda la superficie apta del país, se debe principalmente a la falta de agua, que impide el desarrollo de los cultivos y ocurre, principalmente, en la costa en un 55 por ciento, en la sierra están afectadas el 32 por ciento y en la selva, el 13 por ciento (INEI, 2012).

Los sistemas de riego en la agricultura aumentan notablemente la productividad de los cultivos; sin embargo, los flujos de retorno de irrigación generados pueden inducir la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes, si el agua de riego y la gestión de la fertilización son inadecuados (Dechmi y Skhiri, 2011). Además, hay que agregar a ello, las inadecuadas prácticas agrícolas y forestales, que incrementan el ritmo de la erosión y, paralelamente, disminuyen las fuentes de agua dulce por las técnicas erradas y la contaminación de los recursos (Lloré y Rodríguez, 2005); también, los impactos negativos por el proceso de construcción de las estructuras, del transporte y los desechos. Todo eso conllevará cambios y/o modificaciones ambientales en diversos grados de magnitud e importancia, en escenarios de planificación de corto, mediano y largo plazo.

Los proyectos de desarrollo que se ejecutan bajo el supuesto de la generación de beneficios económicos y sociales, implican efectos y costos ambientales, que no siempre son contemplados y que a menudo se manifiestan en forma posterior a la realización del proyecto (Enkerllin et al, 1997). Actualmente, la conservación del medio ambiente y protección de los recursos naturales son objetivos importantes, además, de la propia producción agrícola. Por lo tanto, el principal desafío, enfocado a la productividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de riego, es lograr un equilibrio adecuado entre la optimización de la producción agrícola y la minimización de los impactos ambientales negativos (Dechmi y Skhiri, 2011).

En el presente Trabajo de Titulación, se ha efectuado la identificación, predicción, evaluación e interpretación de los aspectos e impactos ambientales que se generan en todas las etapas de implementación de la puesta en marcha de un proyecto de riego por aspersión, con el fin de formular un Plan de Manejo Ambiental, que permita definir acciones para disminuir o evitar los impactos negativos identificados y asegurar que las acciones de protección ambiental que se lleven a cabo, sean realizadas oportunamente, estableciendo los mecanismos adecuados para tales fines, como son las acciones preventivas y/o correctivas o evitando el deterioro del ambiente. Para ello, se tomó como caso de estudio al proyecto “Mejoramiento del Sistema de Riego en los sectores de Ucuscancha, Shullapamarca y Calzada, en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima”. Se ha considerado dicho proyecto como caso de estudio debido a la gran importancia que tiene en beneficio de las 180 familias de la comunidad de Chicla, cuya población será absorbida por las actividades que se generarán con la productividad de

las 120 ha que serán incorporadas al riego, siendo la principal actividad económica de los beneficiarios la agricultura (90 por ciento), seguida por la ganadería (6 por ciento) y como actividad complementaria, el 4 por ciento corresponde al comercio (INEI, 2007).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo principal

- Proponer el Plan de Manejo Ambiental para un proyecto de riego por aspersión, caso de estudio del Proyecto de Mejoramiento de Riego Ucuscancha, Shullapamarca y Calzada, en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar y describir los impactos ambientales generados en la implementación del sistema de riego.
- Valorar los impactos ambientales obtenidos en la implementación del sistema de riego.
- Jerarquizar los impactos ambientales obtenidos en la implementación del sistema de riego.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Consiste en simular la lluvia pero controlando el tiempo y su intensidad, mediante una amplia gama de aspersores diseñados para operar a diferentes presiones, espaciamientos y tamaños, de acuerdo a los requerimientos de los cultivos (PSI, 2013).

La llovizna es producida mediante el paso de agua a presión a través de tuberías de las que sale por pequeños orificios. Esta presión se obtiene normalmente por medio de una bomba centrífuga; también se puede aprovechar cargas debidas a diferencias de nivel, permite una alta eficiencia de aplicación de agua y uniformidad en su penetración en el perfil del suelo; ello hace recomendable su uso cuando hay una disponibilidad limitada de ese recurso. Según el tipo de red de tuberías, los sistemas pueden ser permanentes, semipermanentes o portátiles (Gurovich, 1985).

Un elemento fundamental que debe tenerse muy en cuenta es lo referente a que la intensidad de la lluvia debe ser menor o igual a la velocidad de infiltración básica del suelo, a fin de evitar encharcamiento o escurrimiento superficial del agua aplicada y poder lograr un perfil de humedecimiento uniforme del suelo (Vásquez, 2011).

2.1.1. Unidades que componen un sistema de riego por aspersión en ladera

En el esquema de la Figura 1, se muestra los elementos de un sistema de riego por aspersión en ladera, que luego se describen:

- Captación: se ubica en la fuente, que puede ser un manantial, un canal o alguna quebrada.
- Línea de conducción: es la tubería o canal que conduce el agua desde la fuente hasta la cámara de distribución o punto de repartición.
- Cámara de distribución: es la estructura donde el caudal que viene por la tubería de conducción es repartido mediante vertederos u orificios.
- Reservorio o cámara de carga.

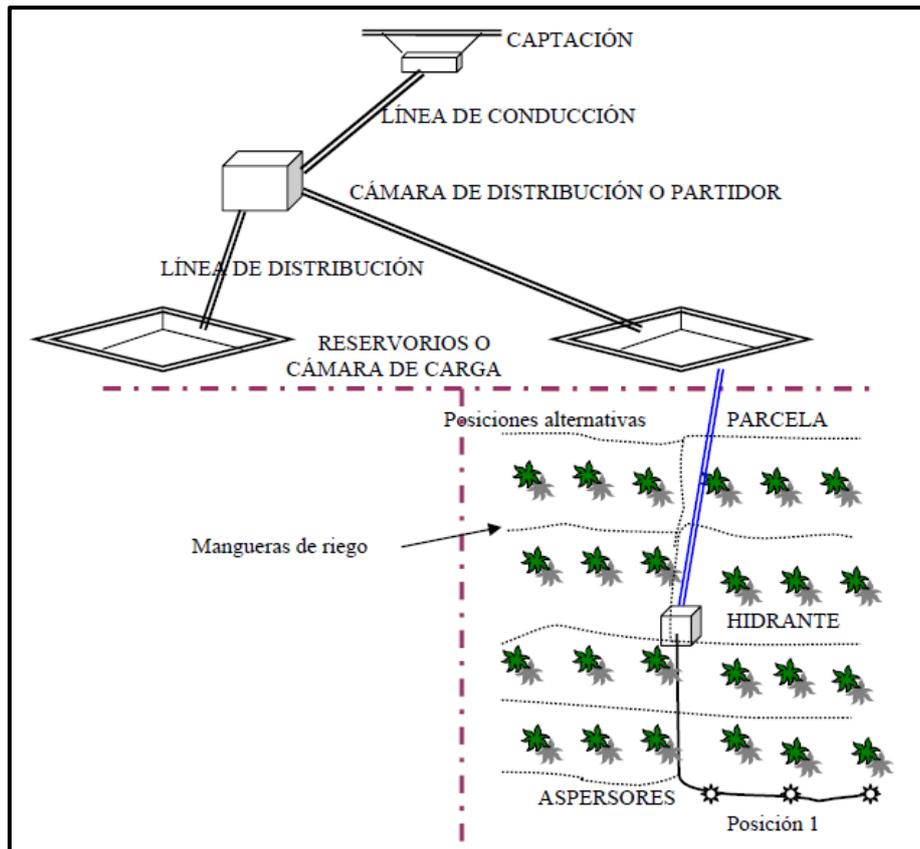


Figura 1: Esquema de un sistema de riego por aspersión en ladera

FUENTE: Soto (2002)

- Red de distribución: sistemas de tuberías que conducen el agua desde los reservorios hasta los hidrantes ubicados en las parcelas a irrigarse.
- Hidrante: punto de toma de agua o conexión que se ubica en la parcela a irrigar y que conecta a la red de distribución con la unidad móvil, conformada por una manguera que se va a utilizar para regar con los aspersores.
- Mangueras: conectan los elevadores en el que van los aspersores.
- Elevadores: accesorios que permiten colocar el aspersor por encima de las mangueras.
- Aspersores: encargados de distribuir el agua al terreno de forma continua con un grado de uniformidad adecuada.
- Piezas auxiliares: son accesorios necesarios para la conexión entre las partes y la adaptación del sistema a la topografía del terreno, generalmente son acoples, codos, válvulas, reductores, tapones, etc.

2.1.2. Diseño agronómico

a. Demanda de agua para el proyecto

- **Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀):** Doorenbos y Pruitt en FAO (1977), definen el concepto de evapotranspiración del cultivo de referencia como la correspondiente a un cultivo de pradera de bajo porte (7 - 15 cm), que cubre completamente el suelo y no sufre limitación de agua. Para calcularla se utilizan los parámetros climáticos, por lo tanto, la ET₀ es también un parámetro climático, que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos y expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año específicas y no considera ni las características del cultivo, ni los factores del suelo.

En la Figura 2 se aprecia que, como el cultivo es siempre el mismo, la ET₀ variará según las condiciones del clima (radiación, temperatura, humedad, viento, etc.) y está expresado en milímetros de lámina de agua por día (mm/día).

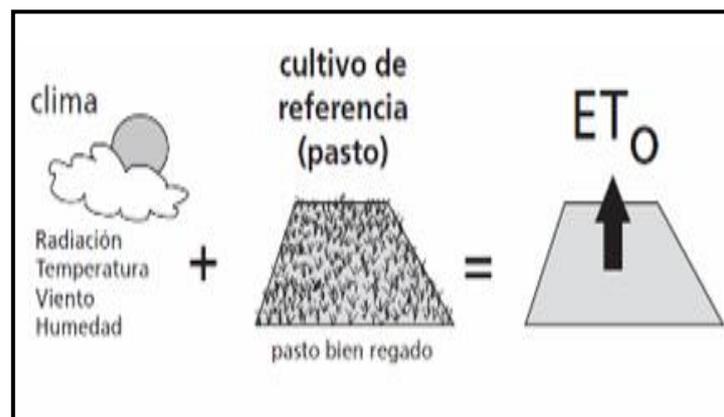


Figura 2: Esquema que representa la ET₀

FUENTE: FAO (2006)

Existen muchos métodos empíricos para el cálculo de la evapotranspiración de referencia, en función de datos climáticos. El método a emplear se determina por el tipo de datos disponibles y según el nivel de exactitud requerido. Puede usarse el método del tanque evaporímetro, fórmulas empíricas (Blaney - Criddle, Turc, Thornthwite) o programas informáticos, como el *CROPWAT*, de la FAO, basado en la fórmula de Penman – Monteith.

- **Factor de cultivo (Kc):** Según Vásquez (1992), el factor de cultivo (**Kc**), llamado también coeficiente de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se quiere evaluar su consumo de agua.

El coeficiente de cultivo depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de cada especie y expresa la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo en sus distintas etapas del período vegetativo, en los cultivos anuales normalmente se diferencian cuatro (4) etapas o fases de cultivo, que se pueden observar en la Figura 3.

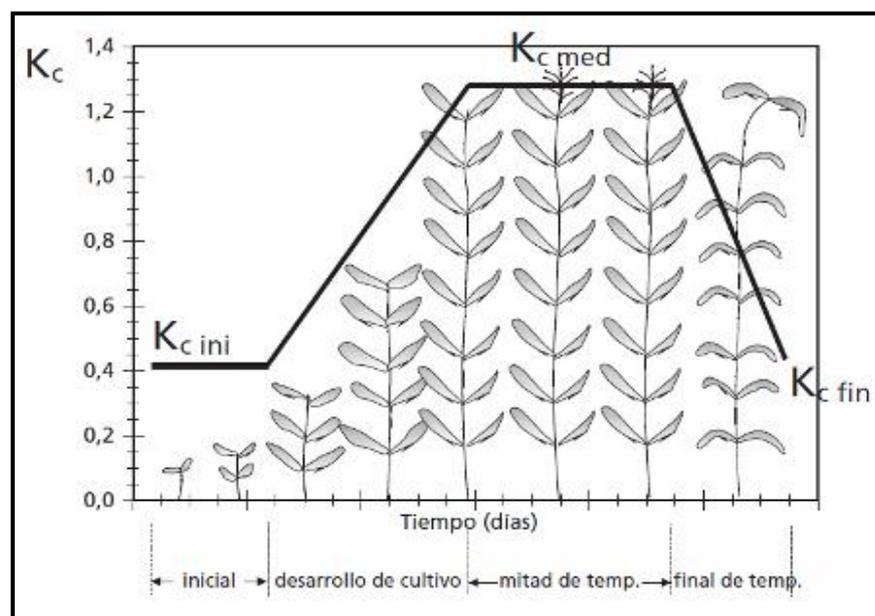


Figura 3: Esquema de la variación del coeficiente del cultivo (Kc)

FUENTE: FAO (2006)

Inicial: desde la siembra hasta 10 por ciento de la cobertura del suelo, aproximadamente.

Desarrollo: desde el 10 por ciento de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.

Media: entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80 por ciento de cobertura máxima de cada cultivo.

Maduración: desde la madurez hasta la recolección.

- **Evapotranspiración del cultivo (ET_c):** Es la tasa de evaporación y transpiración de un cultivo exento de enfermedades, que crece en un campo extenso en condiciones óptimas de suelo, fertilidad y suministro de agua (Vásquez, 1992). Se calcula mediante la relación: $ET_c = E_{to} \times K$, donde: la ET_c es la evapotranspiración del cultivo considerado (mm/día); E_{to} , la evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día); y, K , el coeficiente que tiene en cuenta el efecto de la relación agua-suelo-planta. El factor K está dado por la relación $K = K_c \times K_s \times K_h$, donde: K_c es el factor del cultivo; K_s , el factor del suelo; y; K_h , el factor de humedad.

Para suelos profundos, con adecuadas condiciones físicas y de buena disponibilidad de elementos nutritivos, $K_s = 1,00$. Este mismo valor tiene K_h para condiciones de óptimo abastecimiento de agua; por lo tanto, K depende, fundamentalmente, de K_c (Vásquez, 1992), cuya relación se puede apreciar en la Figura 4. Si $K = K_c$, $ET_c = E_{to} \times K_c$.

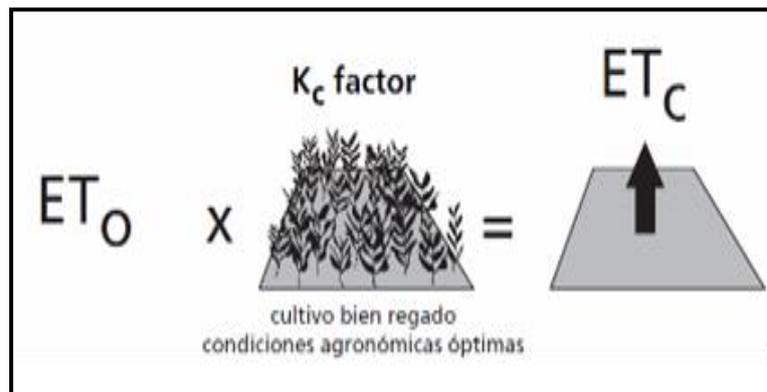


Figura 4: Esquema que representa el proceso de la ET_c

FUENTE: FAO (2006)

- **Eficiencia de aplicación (E_a):** Es la relación entre el agua que realmente queda almacenada en la zona de raíces, que puede ser aprovechada por el cultivo y el agua total aplicada con el riego a la parcela. La eficiencia de aplicación está dada por la fórmula: $E_a = \frac{\text{Agua almacenada}}{\text{Agua aplicada}} \times 100$.

En la Tabla 1 se realiza la comparación de la eficiencia de aplicación alcanzada en los diferentes sistemas de riego.

Tabla 1: Eficiencia de aplicación de riego según el sistema de riego

Método de riego	E. Aplicación
Inundación	0,40
Surcos	0,55
Aspersión	0,90
Goteo	0,95

FUENTE: Gurovich (1985)

- **Precipitación efectiva (P_e):** Según Vásquez (1992), es el volumen de lluvia parcial utilizado por las plantas para satisfacer sus correspondientes necesidades hídricas para su normal desarrollo.
- **Requerimiento de agua de los cultivos:** Es la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo o determinados cultivos para que supla sus necesidades. Se expresa como la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo (ET_c) y la precipitación efectiva (P_e).
- **Necesidades netas de riego (L_n):** Son las demandas o necesidades de agua de los cultivos, que se expresan en mm/día o mm/mes. Se calculan con la ecuación: $L_n = K_c \times ET_o - P_e - A_c - P_p \pm \Delta H$, donde: L_n , es la demanda neta o necesidades netas de riego; K_c , el coeficiente de cultivo; ET_o , la evapotranspiración de referencia; P_e , la precipitación efectiva; A_c , el ascenso capilar; P_p , la percolación profunda; y, ΔH , la variación de contenido de humedad en el suelo.

Según Tarjuelo (1999), el ascenso capilar (A_c) puede ser importante siempre que la napa freática esté muy próxima a la superficie, pero eso no suele ser el caso en climas áridos o semiáridos. La variación de almacenamiento de agua ΔH no debe considerarse para cálculos de necesidades de las plantas.

- **Demanda bruta (L_b):** Cuando se aplica un riego, no toda el agua queda almacenada en la zona del suelo, sino que parte se pierde por evaporación,

escorrentía y percolación profunda. La lámina bruta es la cantidad real de agua que se aplicará durante el riego para satisfacer las necesidades netas de riego. Se calcula utilizando la relación $Lb = \frac{Ln}{Er} \times 100$, donde: Lb es la demanda bruta (mm/día); Ln , la demanda neta (mm/día); y, Er , la eficiencia de riego (%).

- **Módulo de riego (Mr) y área total regable:** El módulo de riego se estima a través del razonamiento siguiente: una lámina de 1 mm de agua por día en una hectárea equivale a un volumen de agua de 10000 l/día que es igual a 0,116 l/s/ha. Se calcula de la siguiente manera: $Mr = \frac{Lb}{86,40} \times 10,000$, donde: Mr es el módulo de riego (l/s/ha); y, Lb , la lámina bruta (mm/día). El área total regable es función del caudal disponible y del módulo de riego: $A = Q / Mr \times 100$, donde: A es el área regable (ha), Q , el caudal (l/s); y, Mr , el módulo de riego (l/s/ha).

b. Determinación de parámetros de riego

- **Lámina neta de riego (Dn):** Para calcular la lámina neta de riego, se debe conocer el tipo de suelo (textura). El agua disponible en el suelo se expresa en porcentaje de volumen del suelo y varía con el estado de humedecimiento del mismo. Los dos extremos son: (1) **Capacidad de Campo (CC):** el suelo contiene toda el agua que puede fijar en sus poros mediante las fuerzas capilares. Este estado coincide con la humedad de un suelo, un día después de haber sido irrigado abundantemente. (2) **Punto de Marchitez Permanente (PM):** el suelo contiene tan poca agua que las plantas sufren un estado de marchitez irreversible.

Del total de agua disponible solamente una parte es fácilmente aprovechable para el cultivo, que es la fracción de agua rápidamente aprovechable o **descenso tolerable (DT)**. Si el agua en el suelo es agotado pasando este punto, se esperan impactos negativos en la producción del cultivo, por condiciones de estrés hídrico en las plantas. Para cultivos con riego por aspersión, el descenso tolerable conveniente es el 30 por ciento del agua disponible, expresada en una lámina de agua (mm), que se puede estimar mediante la relación: $Dn = \frac{(DT \times (CC - PM) \times Da \times Pr)}{1000}$,

donde: Dn , es la lámina neta de riego (mm); Dt , el descenso tolerable (%); Da , la

densidad aparente (g/cm^3); Pr , la profundidad de raíces (mm); CC , la capacidad de campo (%); y, PM , el punto de marchitez (%).

- **Lámina bruta de riego (Db):** Es mayor que la lámina neta porque parte del agua aplicada es perdida, como consecuencia de la desuniformidad de la lámina aplicada y otros factores. La lámina bruta de riego se denomina también dotación bruta de riego y puede ser calculada por la fórmula: $Db = Dn \times 100 / Ea$, donde: Dn es la demanda neta (mm); y, Ea , la eficiencia de aplicación (%).
- **Frecuencia o intervalo de riego (Fr):** Es el tiempo máximo permisible entre dos riegos, antes que el cultivo pueda sufrir estrés hídrico y depende de la lámina que evapora la planta por día, es decir la demanda neta (Ln), y la cantidad de agua que puede extraer del suelo (Dn). Está dado por la siguiente fórmula: $Fr = Dn / Ln$; donde: FR es la frecuencia de riego (días); Ln , la demanda neta de riego (mm/día); y, Dn , la dosis neta (mm).

c. Consideraciones adicionales para el sistema de riego

- **Precipitación máxima del aspersor ($Ppmax$):** Depende de la textura del suelo, pendiente y cobertura vegetal. La precipitación máxima de un aspersor puede ser calculada dividiendo el caudal descargado del aspersor entre el área del marco de riego adoptado.
- **Tiempo de riego (Tr):** Es el tiempo que los ramales deben permanecer en una determinada posición de riego, luego del cual cambian de posición. Se utilizan valores enteros procedentes del redondeo por exceso del valor del tiempo mínimo obtenido, mediante la relación: $Tr = Db / Ppmax$, donde: Tr es el tiempo de riego (horas); Db , la dosis bruta (mm); y, $Ppmax$, la precipitación máxima del aspersor (mm/h).
- **Cálculo y criterio de diseño de ramales de distribución:** Los ramales son las líneas de conducción que transportan el agua a presión desde las tuberías principales hasta los aspersores, que están instalados en ellas. Para definir la

ubicación de los ramales laterales se deben considerar: (1) Características geométricas de la parcela; (2) longitud máxima de los ramales; (3) dirección predominante del viento; (4) dirección de las hileras de los cultivos; (5) características topográficas, deberá evitarse, en lo posible, la instalación de ramales en contra pendiente; y, (6) ubicación de los ramales en la dirección de la pendiente.

- **Espaciamiento entre aspersores y líneas de riego:** La gama de espaciamientos es muy amplia, variando desde valores tales como 6 m x 6 m (aspersores pequeños) hasta valores de 60 m x 60 m (aspersores grandes). Para cada tipo de disposición, el espaciamiento máximo se limita, básicamente, en función del alcance de los aspersores. El área que forma el espaciamiento entre aspersores y los laterales se denomina marco de riego. En zonas donde el viento es de poca intensidad, se pueden utilizar valores de mayor espaciamiento, esto permite economizar en la instalación porque se requiere menor cantidad de aspersores y menor cantidad de tuberías para regar la misma área, sin que el coeficiente de uniformidad baje del 85 por ciento, aceptado como bueno. Si la zona presenta vientos se escoge espaciamientos menores. Para ello se tiene la siguiente relación: ***Dist. entre aspersores* $\leq 0.65 \times$ *Diámetro efectivo***. El distanciamiento entre líneas de riego depende del diámetro de humedecimiento, según el tipo de aspersor y la velocidad del viento en la zona a regar, lo cual se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2: Espaciamiento de laterales en condiciones específicas de viento

Velocidad del viento (m/s)	Distancia entre laterales
Sin viento	65 % del diámetro
2	60 % del diámetro
3,5	50 % del diámetro
más de 3,5	30 % del diámetro

FUENTE: Bazán (2005)

- **Número de aspersores por ramal:** Conocida la distancia entre aspersores de un mismo ramal, se puede calcular el número de aspersores necesarios en el ramal para la instalación del sistema. Si los vientos son fuertes, es preferible espaciamientos

más cerrados. Dependiendo de información recaudada se realiza:

$$N^{\circ} \text{aspersores} = \left(\frac{\text{Ancho parcela}}{\text{espec. entre aspersores}} \right) + 1.$$

- **Caudal del aspersor (Qa):** Cuando se diseña el sistema, el caudal de cada aspersor se puede calcular con: $Qa = \frac{Pp \times El \times Easp}{1000}$; donde: *Qa* es el caudal del aspersor (m³/h); *Pp*, la precipitación máxima (mm/hora); *El*, el espaciamiento entre laterales en (m) y *Easp*, el espaciamiento entre aspersores (m).
- **Caudal del sistema (Qs):** El caudal total necesario para el sistema está dado por el producto del caudal de cada aspersor y el número total de aspersores. También, está en función del área a regar y del módulo de riego: $Qs = \text{Área a regar} \times Mr$ o $Qs = Qa \times N^{\circ} \text{aspersores}$.
- **Selección del aspersor:** La elección del tipo de aspersor está sujeta a varios factores: (1) velocidad básica de infiltración; (2) tamaño de las parcelas; (3) tipo de cultivos, si la parcela será dedicada a hortalizas con rotaciones muy estrechas, será conveniente aspersores con diámetro pequeño (microaspersores) para poder ajustar el riego a las necesidades de cada parte de la parcela; (4) presión de trabajo disponible, para condiciones de la sierra se requiere aspersores que puedan trabajar en un amplio rango, desde 1 hasta 4,3 atm de presión; y, (5) ocurrencia de vientos.

Existe una amplia gama de modelos de aspersores, adaptados a diferentes condiciones del terreno, cultivos, características del sistema, etc. Sin embargo, no todos los tipos se adaptan igualmente a las condiciones específicas del riego presurizado con los desniveles naturales del terreno, en sistemas en laderas.

- **Unidad de riego o sector de riego:** Son los sectores que reciben un caudal continuo para regar. Al interior de las unidades de riego el caudal es aplicado mediante una línea de aspersores por un tiempo de riego para regar toda su superficie en forma intermitente. La unidad de riego puede ser constituida de una o varias parcelas. En el último caso la distribución del agua entre parcelas es por turnos.

2.1.3. Diseño hidráulico

Consiste en el diseño de las tuberías de la línea de distribución, de los laterales y el requerimiento de presiones, para que funcione óptimamente el sistema de riego.

a. Diseño de los diámetros de tubería

El diseño de la línea principal requiere del sistema completo para determinar los requerimientos máximos de capacidad y presión. Las pérdidas de carga de un tramo de tubería (de un solo diámetro o compuesto de varios diámetros) se calculan con la fórmula de Hazen- Williams, utilizando una hoja de cálculo para facilitar el trabajo. Existen varios criterios de diseño, entre los que se tienen:

- Para las redes de presión de riego es importante lograr mediante la selección de diámetros de tuberías que en cada hidrante la presión dinámica sea mayor a 12 metros y que no haya muchas variaciones de presión dentro del sector, para evitar grandes diferencias en los caudales de los aspersores.
- Algunas veces no se logrará que la presión dinámica a nivel de un hidrante sea la adecuada con un solo diámetro de tubería. En estos casos se pueden combinar tubos de diferentes diámetros en un solo tramo, cuidando que el menor diámetro se encuentre en la parte baja del tramo, para evitar obstrucciones en la reducción.
- Seleccionar los diámetros internos de la tubería de manera que las pérdidas no excedan a 2,3 m en 100 m de tubería.
- Establecer o verificar que las velocidades límites máximas en la tubería principal estén dentro del rango 1,6 a 3,0 m/s. Siendo el valor más usual 2,5 m/s.
- Seleccionar los diámetros de la tubería principal de tal manera que las pérdidas no sobrepasen del 10 por ciento al 20 por ciento de la presión de operación de los aspersores.
- Tratar de escoger los diámetros en los cuales la suma de los costos fijos de la tubería y costos de energía sean los mínimos, por lo que se debe hacer una comparación de costos.

Las tuberías usadas en el riego por aspersión son aluminio o HDPE (polietileno de alta densidad). Esta última es la más usada por su excelente operatividad, traslado de posición de los ramales, además de su alta resistencia a los agentes atmosféricos externos: físicos,

químicos, rajaduras de fragilidad del medio ambiente, envejecimiento termal y a los rayos ultravioletas, por lo que es un material idóneo para el uso a la intemperie.

b. Diseño de presiones en función a la pendiente

El nivel de presión es imprescindible para el correcto funcionamiento del sistema de riego por aspersión. Cada aspersor funciona en forma eficiente a la presión de trabajo recomendado en el catálogo, según el caudal del diseño y espaciamiento entre aspersores. Se debe tomar en consideración para el diseño que la pérdida de presión permisible debe ser el 20 por ciento de la presión con la que opera el aspersor. Se debe tomar las siguientes consideraciones para la pérdida de carga:

- Pérdida de carga:** Para calcular la pérdida de carga en tramos de tuberías, en tubos de PVC o de PE, se puede aplicar la fórmula de Hazen Williams: $hf = 10.64 \times L \times Q^{1.85} / C^{1.85} \times D^{4.87}$; donde: hf es la pérdida de carga en la tubería (m); L , la longitud de la tubería (m); Q , el caudal en m³/s; C , el coeficiente de rugosidad, cuyo valor es de 140 para PVC y PE; y, D , el diámetro de la tubería (pulgadas).
- Pérdida de carga en accesorios:** Para calcular la pérdida de carga en los diferentes accesorios, se puede aplicar la siguiente fórmula: $hm = km \times \left(\frac{v^2}{2} \times g\right)$; donde: hm es la energía por unidad de peso perdida en el accesorio (?); km , el coeficiente de pérdidas menores del accesorio; v , la velocidad media del flujo en la tubería (m/s); y, g , la aceleración de la gravedad (m/s²). Los valores de km se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Valores de km para diferentes accesorios

Accesorios	Diámetro nominal (pulgadas)											
	1/2	1/4	1	1½	2	3	4	5	6	8-10	12-16	18-24
Válvula de compuerta abierta	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10
Válvula de globo abierta	9,20	8,50	7,80	7,10	6,50	6,10	5,80	5,40	5,10	4,80	4,40	4,10
Codo estándar	0,80	0,75	0,69	0,63	0,57	0,54	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36
Semicodo estándar	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19
Tee en sentido recto	0,54	0,50	0,46	0,42	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24
Tee en sentido lateral	1,62	1,50	1,38	1,26	1,14	1,08	1,02	0,96	0,90	0,84	0,78	0,72

FUENTE: Saldarriaga (2001).

c. Diseño y criterios de diseño de laterales de riego

El diámetro de las líneas laterales se determina en base a los gastos calculados, carga de presión y número de aspersores. La máxima pérdida de carga se define de modo que la diferencia entre los gastos máximos y mínimos, a lo largo del lateral, sea menor o igual al 10 por ciento y la diferencia de presión de operación de los aspersores no sea mayor del 20 por ciento. El gasto del primer aspersor está dado por: $Q_i = k\sqrt{h_i}$ y el del último aspersor, por $Q_f = k\sqrt{h_f}$, donde: Q_i es el caudal del primer aspersor; Q_f , el caudal en el último aspersor; h_i , la carga de operación en el primer aspersor; h_f , la carga de operación en el último aspersor; y, k , una constante.

Relacionando ambas ecuaciones se tiene: $\frac{Q_i}{Q_f} = \left(\frac{h_i}{h_f}\right)^{0.5}$

Siendo la diferencia de 10 por ciento se tienen que: $\frac{h_i}{h_f} = 1,1^{0.5} = 1,21$

Lo que demuestra que la máxima pérdida de carga permisible será de 20 por ciento de la presión media de operación del aspersor. Donde el 75 por ciento de las pérdidas de carga ocurren en la selección inicial de la tubería y el 25 por ciento al final del lateral.

2.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Es un procedimiento jurídico administrativo que tiene como objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptados, modificados o rechazados por parte de las administraciones públicas competentes (Conesa, 1997).

2.2.1. Caracterización del proyecto

Es el primer elemento de las EIA en donde se realiza un análisis de las características generales y particulares de las acciones en el proyecto dentro de su etapa constructiva, operativa de mantenimiento y desarrollo. Se enfoca básicamente en los aspectos que generarán los cambios sobre el medio ambiente (Arboleda, 2008).

a. Acciones susceptibles de producir impactos (ASPI)

Son las acciones (actividades, operaciones, procedimientos, elementos, aspectos, tareas, etc.) del proyecto que están relacionándose de cualquier manera con el medio ambiente, las

cuales producirán, directa o indirectamente, los cambios en algunos de los componentes de dicho entorno. Las ASPI, son las actividades que producirán los aspectos ambientales (Arboleda, 2008).

b. Aspecto ambiental

Es el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar recíprocamente con el ambiente, indicando la existencia potencial de un impacto ambiental, negativo o positivo (ISO 14001, 2004).

2.2.2. Caracterización del ambiente

Es el segundo elemento de las EIA y es fundamental para el análisis de los impactos ambientales que resultan del proyecto, al presentar en detalle las características y condiciones ambientales que mejor representan dichas afectaciones (Arboleda, 2008).

a. Medios o sistemas, componentes y factores

Son parte de la concepción de que el ambiente está compuesto por medios, estos en componentes; y, finalmente, estos últimos en factores. Los medios se clasifican en: (1) medio natural, el cual puede dividirse en los sistemas biótico, que es el conjunto de organismos vivos (animales y plantas), y físico o abiótico, que es el medio inanimado que brinda soporte al medio biótico (aire, agua, suelo, clima, etc.); y (2) el medio social o también llamado sistema antrópico, que es el sistema conformado por el hombre, el cual es capaz de organizar actividades de transformación y aprovechamiento de los dos sistemas anteriores.

Los medios se clasifican en componentes, los cuales identifican el conjunto de organismos o aspectos que se estructuran o funcionan de tal manera que pueden ser agrupados o definidos en forma lógica y permiten describir su comportamiento promedio bajo condiciones naturales.

Los factores también llamados elementos, variables, características, parámetros o indicadores de primer nivel (Conesa, 1997), corresponden a cualquier parte física, subsistema o atributo de los componentes ambientales y que representa una determinada condición ambiental. Estos factores son las partes del ambiente que pueden ser afectables o

susceptibles de modificación, deterioro o transformación y permiten identificar y en lo posible estimar, ya sea cualitativa o cuantitativamente, los efectos inducidos por una actividad, cuyas características puedan ser igualmente definidas.

b. Factores ambientales representativos del impacto

La caracterización del ambiente se enfoca en aquellos atributos del mismo que pueden resultar mayormente afectados por las distintas acciones del proyecto (las ASPI) en cada una de sus fases.

2.2.3. Identificación y evaluación de impactos ambientales

a. Impacto ambiental

Es el cambio que se ocasiona sobre una condición o característica del ambiente por efecto de un proyecto, obra o actividad y que este cambio puede ser benéfico o perjudicial ya sea que la mejore o la deteriore, puede producirse en cualquier etapa del ciclo de vida de los proyectos y tener diferentes niveles de significancia (Arboleda, 2008).

b. Valoración de impacto ambiental

Se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma con que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración (Gómez, 1999).

Esta valoración es el resultado del proceso de análisis y procesamiento de la información recolectada, por medio del cual se valora o cualifica la calidad de los componentes y factores del ambiente estudiado, permitiendo entonces sacar conclusiones sobre su importancia y apoyar de esta manera la toma de decisiones sobre las posibilidades de intervenirlo con el proyecto o de conservarlo en su estado actual (Conesa, 1997).

c. Matriz de Criterios Relevantes Integrados

Método de evaluación de impactos donde se desarrolla una matriz que consiste en obtener una calificación para cada impacto con base en diversos indicadores integrados en un valor complejo que representará globalmente la relevancia del impacto. Está basado en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a

partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental, de los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto (Buroz, 1994):

- **Intensidad (IN):** Está referido al grado de incidencia de la acción o acciones del proyecto en el medio ambiente. La valorización de la intensidad está en un rango del 1 al 10, donde 10 representa la destrucción total del área de influencia, y 1 está referido a una afectación mínima. Los valores comprendidos entre estos dos (media, alta, muy alta), reflejará situaciones intermedias.
- **Extensión (EX):** Es la medida del ámbito espacial, superficie, longitud, tamaño, etc., en que ocurre la afectación dentro del área de influencia (porcentaje del área, respecto al entorno en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto localizado (<10 por ciento del área), se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1); si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada (> 75 por ciento del área), el impacto será total (7), considerando las intermedias, según su degradación, como impacto parcial (10-35 por ciento del área) con un valor de 3 y alta (35-75 por ciento del área) con un valor de 5.
- **Momento (MO):** Está referido al plazo de manifestación probable del impacto y alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental considerado. Se consideran como periodos de tiempo: largo plazo (>5 años), mediano plazo (1-5 años) e inmediato (< 1 año).
- **Persistencia (PE):** Está referido al tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el factor ambiental afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera una acción que produce un efecto fugaz; si dura entre 1 y 10 años, temporal; asimismo, si el efecto tiene duración igual a la duración de las actividades que lo originan, o es superior a los 10 años, se considera un efecto permanente. La persistencia es independiente a la reversibilidad.

- **Reversibilidad (RV):** Es la expresión de la capacidad del medio para retornar a una condición similar a la original, como consecuencia de la acción acometida por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Se expresa en criterios de corto plazo (2), mediano plazo (5) y de forma irreversible (10).
- **Recuperabilidad (MC):** Está referido a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas de manejo ambiental). Se da de forma inmediata, a medado plazo, de forma mitigable y/o compensable y finalmente irrecuperable.
- **Sinergia (SI):** Cuando una acción sobre un factor ambiental, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor. Se toma como criterio sin sinergismo, con sinergismo moderado y muy sinérgico.
- **Acumulación (AC):** Está definido como el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, estos se valoran como simples; si producen efectos acumulativos, se consideran acumulados.
- **Efecto (EF):** Está referido a la relación causa – efecto, es decir, la forma de la manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo (primario) o indirecto (secundario). Es indirecto cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
- **Periodicidad (PR):** Está referida a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (continuo).

- **Riesgo (R):** Es la probabilidad de que el impacto se produzca durante la vida del proyecto. Para determinarlo, se emplean algunos de los métodos de evaluación de riesgos establecidos de acuerdo al criterio del especialista y se expresa en términos de cierto, alto, medio, bajo y nulo. Se diferencia de la periodicidad en el hecho de que se desconoce si los impactos asociados a los riesgos van a ocurrir, mientras que los impactos asociados a la periodicidad, si van a ocurrir, estimando incluso cuando sucederán. La periodicidad es una variable estructurada e indica certeza mientras que riesgo es incertidumbre.

2.2.4. Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (**PMA**) tiene como objetivo formular y adoptar las medidas de prevención, mitigación, corrección y control de los impactos ambientales que se puedan generar debido al desarrollo de las actividades del proyecto, considerando todas sus etapas a fin de asegurar que los niveles de calidad ambiental se encuentren dentro de los estándares permitidos. El PMA considera un conjunto de programas y acciones encaminadas para que el proyecto se realice con el mínimo grado de afectación al entorno ambiental. Para que el PMA sea verdaderamente efectivo, deberá tener viabilidad política, económica, social y ecológica (Correa, 1999).

Es importante destacar que la formulación del PMA incluye tres aspectos (Arboleda, 2008): **(1) Plan de manejo de los Impactos Ambientales (PMI)**, que es el conjunto de medidas que buscan prevenir o minimizar las consecuencias desfavorables del proyecto, de tal manera, que se conserven las condiciones ambientales iniciales o la situación previa sin proyecto, incluye también acciones a tomar para potencializar o maximizar los beneficios que pueda generar el proyecto. (Weitzenfeld, 1999); **(2) Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental del Proyecto (PMS)**, que es el plan de recolección sistemática de datos y de seguimiento ambiental del proyecto, que permite verificar las condiciones ambientales con proyecto y la efectividad de las medidas que se propusieron para el manejo de las consecuencias que este genera y **(3) Plan de Contingencias Ambientales (PCA)**, que es el conjunto de acciones que se deben implementar para el manejo de los riesgos ambientales que puede generar el proyecto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se utilizó se detalla en la Figura 5, donde se identifica las etapas para lograr el objetivo principal. La primera etapa consistió en obtener la información de la caracterización del ambiente y del proyecto. Luego, con esta información se obtuvieron los “factores representativos del impacto” y las “acciones susceptibles de producir impactos” respectivamente, que al interrelacionarlos y evaluar su significancia, representan el cumplimiento de los objetivos específicos, que engloban: la identificación, valorización y jerarquización de los impactos ambientales. Finalmente, con el análisis e investigación, se logró el objetivo principal, referido a la propuesta del Plan de Manejo Ambiental.

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona del proyecto de riego por aspersión, geográficamente, se encuentra ubicado en la parte noreste de la provincia de Huarochirí, en el distrito de Chicla, en el departamento de Lima, en el tramo superior del río Rímac, con coordenadas -11.7025 latitud sur y -16.2667 latitud oeste y a una altura promedio de 3900 m.s.n.m., que se presenta en la Figura 6.

Para llegar a la zona de captación del proyecto se debe recorrer desde el poblado de Chicla, una distancia de 16.6 km, aproximadamente, en dos tramos; el primero, desde Chicla hasta el anexo de Río Blanco, a través de una carretera asfaltada, una distancia de 10 km; y, el segundo tramo, desde el anexo Río Blanco hasta la zona de captación, a través de trocha, una distancia de 6.55 km, que debe realizarse a pie.

El proyecto está dividido en 5 sectores delimitados por una frontera agrícola. Las áreas de los sectores beneficiados están indicadas en la Figura 7.

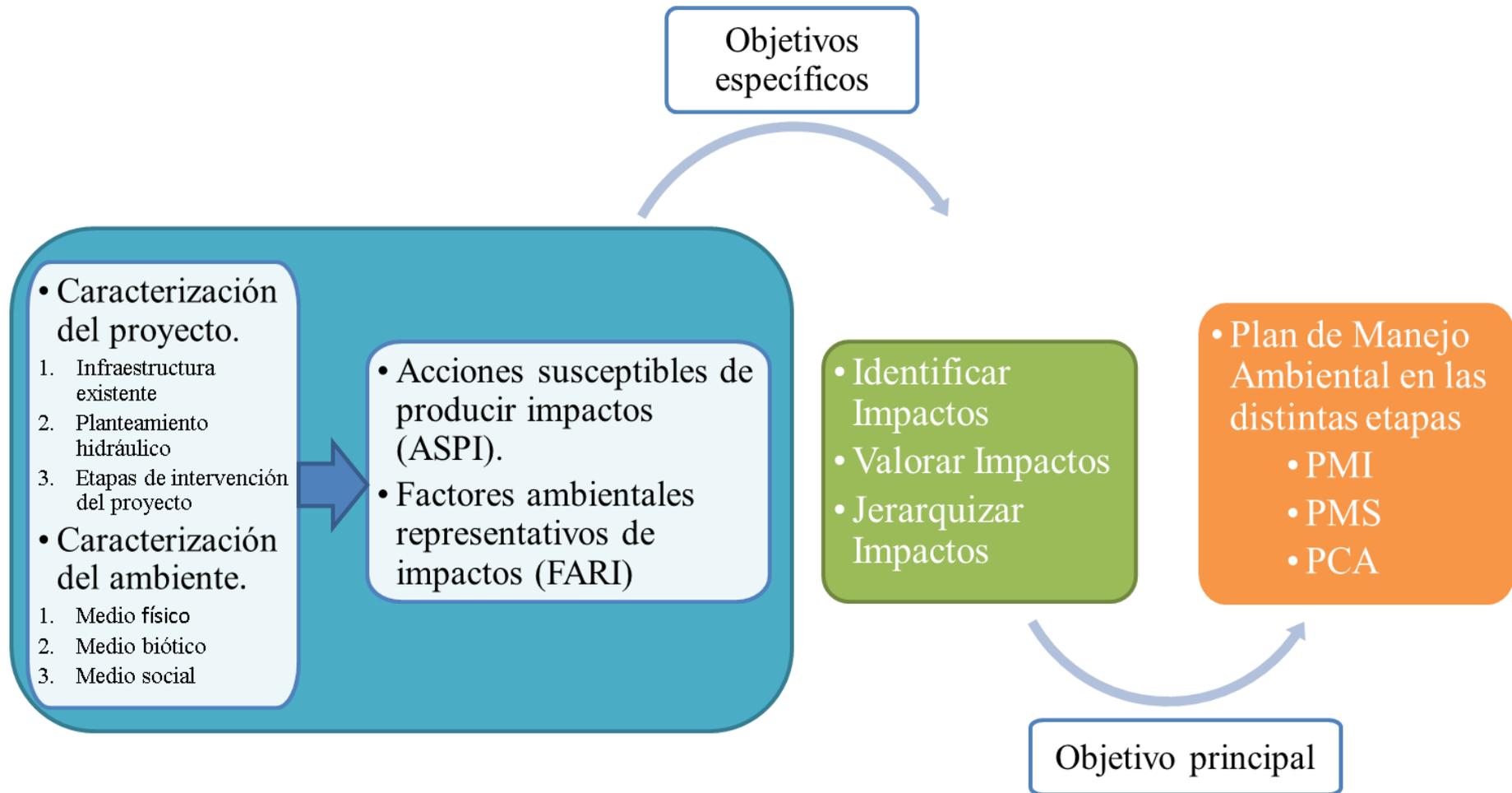


Figura 5: Flujograma de la metodología seguida en el estudio

FUENTE: Elaboración propia (2015)

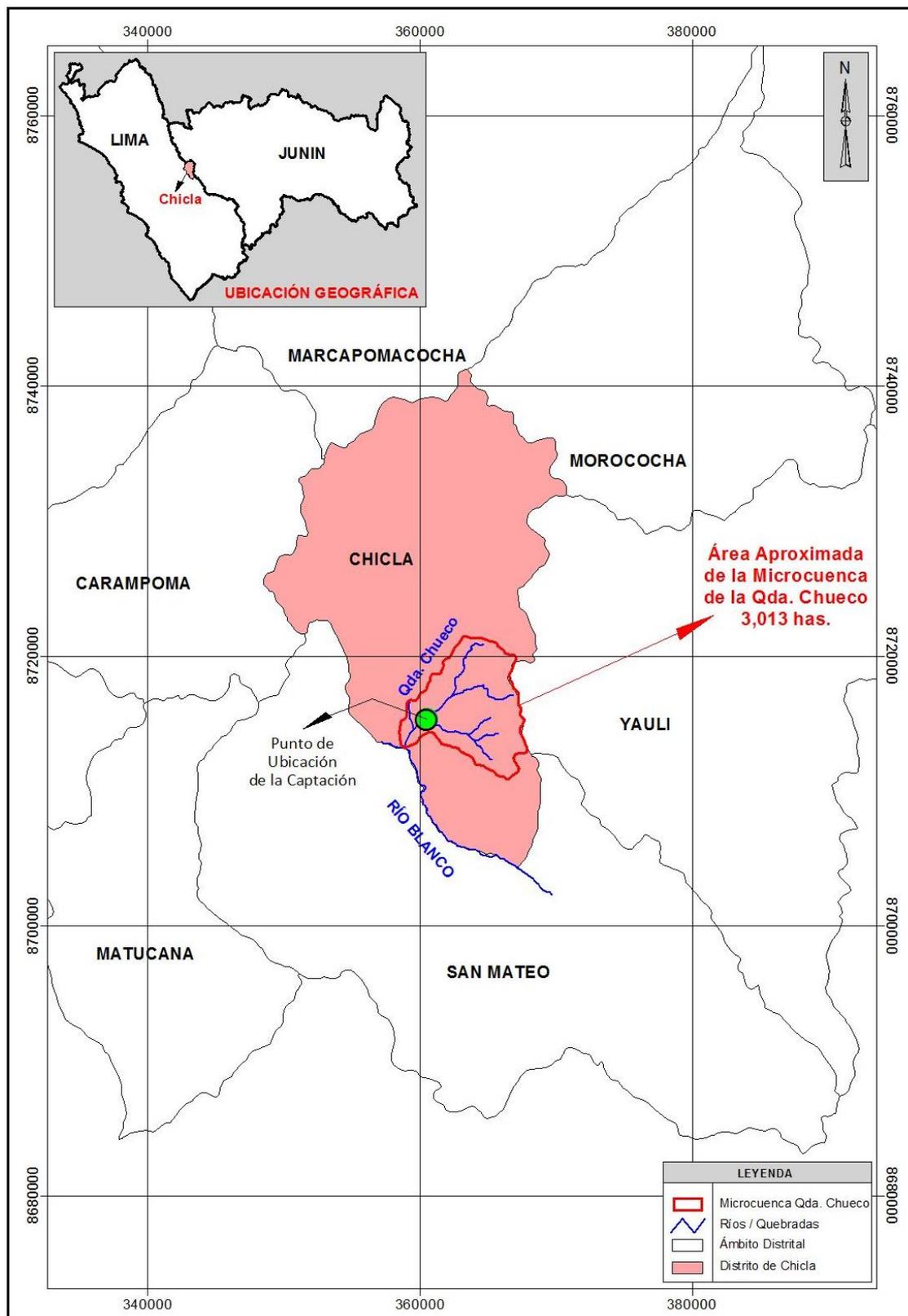


Figura 6: Mapa de ubicación y microcuenca de la Quebrada Chueco

FUENTE: Elaboración propia (2015)

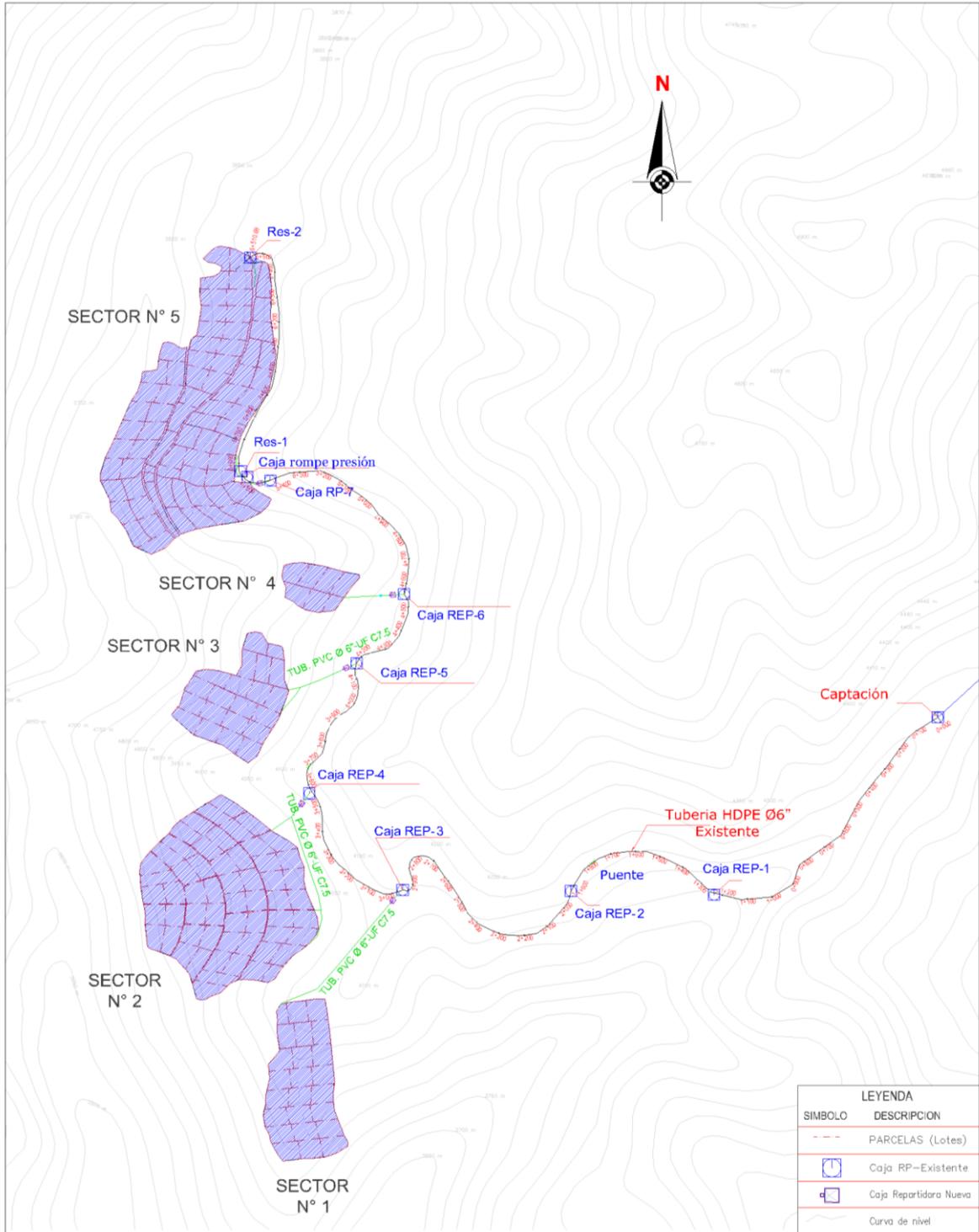


Tabla de áreas beneficiadas por sectores

Sector	N° de parcelas	Ha
1	24	16
2	58	39
3	21	14
4	7	4
5	74	48
Total		120

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Mapa: **Figura 7: Plano de resumen del sistema de riego por aspersión en Ucuscancha - Shupallamarca- La Calzada**

Proyecto: **Trabajo de Titulación**

Ejecutores: **Carlos Ruiz Salazar
Ana María Humaní**

Escala: **1/25000**

Año: **2015**

3.1.1. Caracterización del ambiente

a. Medio abiótico

- **Hidrografía:** La microcuenca en estudio está conformada por el riachuelo Ucuscancha (quebrada Chueco) y el cauce mayor lo conforman varios ríos afluentes que en su confluencia conforman el río Blanco, siendo este a su vez uno de los principales afluentes del río Rímac. El riachuelo Ucuscancha es la fuente principal para captar el recurso hídrico para satisfacer la demanda de uso agrícola, en las localidades de Ucuscancha, Shullapamarca y Calzada, del distrito de Chicla.
- **Calidad de agua:** Según análisis de DIGESA (2009), se ha monitoreado al río Blanco en la estación meteorológica SENAMHI Carretera Central km 101, donde se obtuvieron los siguientes valores: (1) conductividad eléctrica, 214 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo menor al valor del ECA para riego (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), por lo tanto, se trata de agua con aptitud para el desarrollo de los cultivos; y, (2) pH, 7.47, encontrándose dentro del rango permisible para el óptimo desarrollo de cultivos.
- **Clima:** La zona de estudio se encuentra a una altitud de 3,950 m.s.n.m., en promedio. La temperatura promedio anual de la zona es de 10°C; la máxima anual, 20°C; y, la mínima, 5°C. El clima del distrito de Chicla es variado, en las zonas bajas está ubicada la región Quechua y en las zonas intermedia se encuentra ubicada la región Suni y Puna. La humedad relativa media mensual es de 88 por ciento, en abril, disminuyendo gradualmente hasta 64 por ciento, de octubre a diciembre.
- **Fisiografía:** De acuerdo al mapa fisiográfico del Perú, el área del proyecto se ubica en la región sierra, zona meso andina y montañosa, de topografía muy accidentada. El relieve es predominantemente empinado porque conforma el borde o parte superior de las laderas que enmarcan a los valles interandinos, haciéndose un tanto más suave en el límite con las zonas de páramo que presenta gradientes moderadas por efecto de la acción glacial pasada.

- **Ecología:** De acuerdo con la clasificación de Holdrige, en el sector de Chicla se tiene 2 zonas de vida, con diferentes características de precipitación, temperatura y vegetación predominante:
 - **Páramo muy húmedo-Subalpino Subtropical (pmh-SaS):** Se circunscribe a la región alto andina, sobre los 4000 m.s.n.m. de altitud; caracterizada por laderas inclinadas, así como por áreas colinadas y suaves. La vegetación natural está constituida, predominantemente, por manojos dispersos de gramíneas que llevan el nombre de "ichu", conformando los pajonales de puna. Entre las plantas de carácter leñoso destacan el "quenual" y especies de *Gynoxis*.
 - **Tundra pluvial-Alpino Subtropical (tp-AS):** Este clima conforma un piso térmico periglacial, en el cual gran parte del año (casi todas las noches y madrugadas), el agua se congela, pero igualmente se fusiona, diariamente, con las primeras radiaciones solares. De este modo, se trata de un clima que alterna diariamente momentos de congelamiento y descongelamiento.

b. Medio biótico

- **Flora:** La vegetación natural está representada por comunidades arbustivas que crecen sobre un estrato herbáceo perenne, mayormente de tipo graminal. Entre las especies más comunes se encuentran: "chilca" (*Baccharispolyantha*), "tayanco" (*Baccharislanceolata*), "chinchango" (*Hyperycunsp*), "suro" (*Chusqueasp*), etc. Esta zona de vida, por su semejanza a los páramos, por la presencia notable de pastos naturales, basados en gramíneas, se les denomina también subpáramo. Además, arbustos como la tola (*bacharis dracunculifolia*) y pastos como el chilihuial y el muy conocido ichu (*Stipa ichu*), gramínea muy fuerte y con gran capacidad de adaptarse a las condiciones frías de la puna; también, las cactáceas abundan sobre todo en la sierra central. El uso agrícola y pecuario de esta zona de vida es limitado, debido, principalmente, a la alta humedad y baja temperatura; sin embargo, en las zonas más altas, se lleva a cabo el pastoreo de ganado vacuno y ovino, en forma extensiva. En las zonas más bajas, un tanto más bajas y de mayor temperatura, se cultiva especies, tales como papa, olluco, maíz, entre otros.

- **Fauna:** Existe gran variedad de fauna silvestre; entre los mamíferos: vizcacha (*Lagidiumperuvianum*), zorro andino (*Pseudalopexculpaeus*), zorrillo (*Conepatussullucans*), etc; entre las aves: perdiz (*Tinamosgoodi*), gavián (*Leptodoncayanensis*), pato silvestre o cordillerano (*Anasspecularioides*), gaviota andina (*Larusserranus*), yanavico (*Plegadishdqwayi*), gaviota dominicana (*Larusdominicanus*), Gavián (*Leptodoncayanensis*), pariona o parihuana (*Phoenicopteruschilens*), huachua (*Chloephagamelanopteraevton*), etc; y, en el hábitat acuático: destaca la trucha arco iris (*Oncorhynchusmikiss*) y sapos. En el área de influencia directa se observa algunos animales mayores y menores, tales como vacas, alpacas, llamas, caballos, conejos, cabras, cerdos, etc.

c. Medio social o antrópico

- **Características demográficas:** Los habitantes de la comunidad campesina de Chicla, afectados directamente por la baja producción de sus cultivos, son un total de 180 familias, dentro del área de influencia. Tomando en consideración el promedio de miembros de cada familia, se tiene un total de 883 habitantes beneficiados, que representan el 11 por ciento de la población distrital. En la Tabla 4, se indica la distribución de género en la población y el porcentaje de menores de 5 años.

Tabla 4: Población beneficiada

Varones		Mujeres		Menores 5 años		Total
433	49 %	450	51 %	121	13,70 %	883

FUENTE: INEI (2007)

- **Características económicas:** Se tiene que la población económicamente activa (PEA) ocupada, agrupa al 98.7 por ciento de la población de Chicla, mientras la PEA desocupada, es decir, que busca empleo de manera activa, agrupa al 1.3 por ciento. Asimismo, la actividad principal de los beneficiarios es la agricultura (90 por ciento) utilizando tracción animal (yuntas) en las labores agrícolas de siembra y aporque; la ganadería ocupa el seis por ciento; y; como actividad complementaria está el comercio (cuatro por ciento). En general, el ingreso de la comunidad de Chicla, principalmente, proviene de la venta de parte de su producción agrícola anual y la venta de su fuerza de trabajo en las parcelas de los agricultores de mayor

poder económico. Las pocas ganancias en su actividad productiva, ocasionan que de julio a setiembre, los pobladores salgan en busca de trabajo a las ciudades de Morococha, Lima y a la selva, a realizar actividades complementarias para el sustento de sus familias.

El índice de desarrollo humano del distrito de Chicla es de 0,6834, basado en el Informe PNUD 2007, considerado como medio alto (0,6387 a 0,5664). La esperanza de vida de la población es de 64,5 años. La tasa de alfabetismo es de 16.94 por ciento; y, respecto a la pobreza, el 26 por ciento de la población es pobre, considerando cerca del cinco por ciento en pobreza extrema, según FONCODES (2006).

3.2. MATERIALES

Los materiales utilizados están resumidos en la Tabla 5.

Tabla 5: Materiales utilizados

Software/materiales	Uso
AutoCAD Civil 3d	Para elaboración y revisión de los planos del proyecto.
ArcGis	Elaboración de mapas.
GPS	Para ubicación de puntos en el tramo del proyecto.
Otros: laptop, manuales y cámara fotográfica	Para el desarrollo del proyecto.

FUENTE: Elaboración propia (2015)

3.2.1. Caracterización del proyecto

a. Infraestructura existente

El área cuenta con infraestructura de distribución existente, que no ha sido considerada en la identificación de impactos ambientales. Dichas obras se inician en la progresiva 00+00 km, donde se encuentra la captación, en la quebrada Chueco, de la microcuenca del río Ucuscancha, a 4224 m.s.n.m., que tiene como afluente la laguna Rapagna. A partir de dicha progresiva sigue la conducción con tubería HDPE ($\phi = 6''$); la línea de conducción total es de 6,554 m; en las progresivas 5+500 y 6+554 se ubican dos micro reservorios (44

m³); además, existen siete cajas repartidoras (0.60 m x 0.60 m x 0.50 m), tal como se muestra en la Figura 7.

b. Planteamiento hidráulico y componentes de las nuevas obras del proyecto

A las obras ya existentes, se han planteado la ejecución de obras nuevas, tales como el mejoramiento de caminos de servicio, construcción de las cámaras repartidoras de caudal, cajas de concreto de protección de válvula de riego 2½", cajas de concreto para llave de paso, instalación de la red matriz de distribución, que incluyen las cámaras rompe presión y los sistemas de aspersores.

La infraestructura a implementar permitirá el abastecimiento de agua para 120 ha, que beneficiará a 180 familias, de las cuales se sembrarán 40 ha de papa, 40 ha de trigo/cebada y 40 ha de pastos/alfalfa, en la campaña grande; y, 30 ha de trigo/cebada, 30 ha de papa y 40 ha de pastos/alfalfa, en la campaña chica. Estas campañas serán abastecidas con un caudal de cincuenta (50) l/s provenientes de la quebrada Chueco. En la tabla 6 se detalla el cálculo de la demanda hídrica para el proyecto.

En la Figura 8 se presenta el esquema general del planteamiento hidráulico del proyecto. El esquema hidráulico de los 5 sectores esta detallado en el Anexo 4.

Los accesorios para el sistema de riego están indicados en el Anexo 4-5, lámina PH-05.

Componentes del proyecto:

- **Mejoramiento de caminos de servicio:** Durante la etapa de construcción del proyecto, se mejorarán los caminos hasta los sectores de riego, para conectar el pueblo de Chicla con los diferentes tramos del camino de servicio de la tubería principal de conducción.
- **Instalación de la matriz de distribución:** Se plantea construir desde cada una de las cajas repartidoras hasta la cabecera de los predios de los beneficiarios de la zona. La línea de distribución ha sido diseñada con tuberías de PVC ($\phi = 160, 110, 90$ y 75 mm), clase 7.5 y con UF inc., con anillo flexible.

Tabla 6: Estimación de demandas de agua para la cédula de cultivos del proyecto

Cultivo	Área (%)	Área (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa 1	33.3	40	1.15	0.95								0.5	0.65	0.96
Papa 2	25.0	30				0.5	0.65	0.96	1.15	0.95				
Trigo/cebada 1	33.3	40	1.05	1.1	0.95								0.45	0.8
Trigo/cebada 2	25.0	30					0.45	0.8	1.05	1.1	0.95			
Pastos/alfalfa	33.3	40	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Área total regada	100.0	120	120	120	80	70	100	100	100	100	70	80	120	120
Kc Promedio			1.07	1.02	0.98	0.79	0.73	0.93	1.06	1.02	0.98	0.75	0.70	0.92
ET_o (mm/mes)¹			109.1	91.6	102.0	100.5	102.0	97.2	103.9	114.1	115.8	120.3	116.7	115.9
ET_c (mm/mes)			116.39	93.09	99.44	78.96	74.45	90.20	110.08	115.79	113.32	90.21	81.69	106.66
PE (mm/mes)¹			94.5	92.8	101.6	45.2	27.3	12.2	16.9	22.3	45.1	60.5	66.5	88.9
DEMANDA NETA (mm/mes)			21.89	0.29	0	33.76	47.15	78.00	93.18	93.49	68.22	29.71	15.19	17.76
DEMANDA BRUTA (mm/mes)			31.28	0.41	0	48.23	67.36	111.43	133.12	133.56	97.46	42.44	21.70	25.38
DEMANDA UNITARIA (m³/ha)			312.78	4.09	0	482.35	673.61	1114.31	1331.16	1335.59	974.55	424.43	217.00	253.78
MODULO DE RIEGO (l/s/ha)			0.12	0.00	0	0.19	0.25	0.43	0.50	0.50	0.38	0.16	0.08	0.09
VOLUMEN TOTAL (MMC)			0.04	0.00	0	0.03	0.07	0.11	0.13	0.13	0.07	0.03	0.03	0.03
CAUDAL (l/s)			14.01	0.20	0	13.03	25.15	42.99	49.70	49.87	26.32	12.68	10.05	11.37

FUENTE: Elaboración propia (2015)

¹ Información tomada de la estación Meteorológica San Mateo

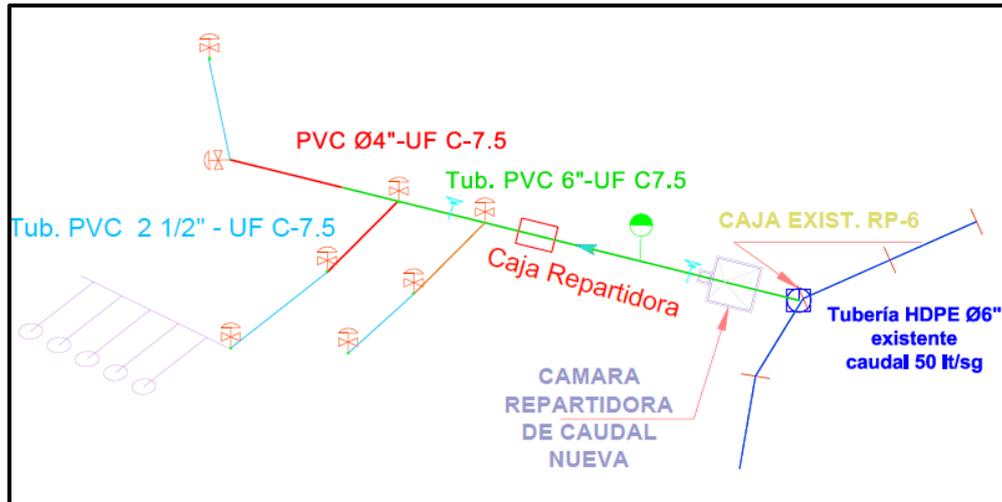


Figura 7: Esquema hidráulico general del sistema de riego por aspersión

FUENTE: Elaboración propia (2015)

- **Purgas en redes matrices:** La instalación de los accesorios de purga de línea principal, están localizadas en los puntos más bajos del recorrido de las tuberías, donde se acumulan sedimentos y desechos para que sean expulsados del sistema y no interfieran en su normal funcionamiento.
- **Arcos de riego:** Su instalación permitirá conectar las tuberías porta laterales a la tubería matriz, por medio de una Tee reducción. De esta manera es posible delimitar y controlar los diferentes sectores o unidades de riego. Cada uno de los 5 sectores van a ser controlados por un arco de riego. Los accesorios y las conexiones son de PVC Standard ISO I de 11 hilos con uniones de simple presión roscada, fabricados en clase 7.5.
- **Portalaterales de riego:** Su instalación será de PVC UF, con sistema de uniones flexibles, fabricados de acuerdo a las Normas ISO 4422. La velocidad promedio en las portalaterales es menor a la crítica (2.2 m/s).
- **Llaves de paso:** Se caracterizan por su gran sencillez y por el sistema de fijación de la tapa a su cuerpo por una abrazadera que equilibra los esfuerzos de las dos tuercas, con lo que se logra un ajuste uniforme de la junta de la tapa (MINAGRI, 2014). Debido a que se requiere un servicio de operación frecuente y abertura parcial, se instalarán en las tuberías de PVC de 160 mm.

- **Cámaras rompe presión:** Las cámaras rompe presión a colocar, son del tipo que incluye la tapa en la chimenea y una caja de válvulas ubicadas a cada 75 m de diferencia de cota, dentro de la tubería principal. Son un total de 23 cámaras rompe presión distribuidos en: cinco para el sector 1; siete, para el sector 2; tres, para el sector 3; dos, para el sector 4; y, seis, para el sector 5.
- **Aspersores:** Se utilizará un total de 184 aspersores; de latón y acero inoxidable; con conexión de ¾" macho; 3.16 bares de presión nominal; con doble boquilla, una principal de largo alcance y otra secundaria deflectora de corto alcance; 1250 l/h de caudal del proyecto; y, 28.4 m de diámetro de alcance.

3.2.2. Etapas de intervención del proyecto

Para la caracterización del proyecto se definieron tres etapas: **(1) pre-construcción; (2) construcción;** y, **(3) operación y mantenimiento;** sin embargo, de forma práctica se ha visto conveniente separar la etapa de operación y mantenimiento en dos, la de operación y la de mantenimiento, para identificar, con mayor claridad, los aspectos e impactos ambientales que se podrían generar en cada uno de los procesos que engloban éstas.

a. Etapa de pre-construcción

En esta etapa se incluye la coordinación con las entidades locales donde se realizará el reconocimiento de campo y se evaluará las ofertas de trabajo.

b. Etapa de construcción

Comprende las siguientes actividades:

- **Limpieza del terreno:** Se considera la remoción, transporte y disposición de toda la capa vegetal, hasta una profundidad de 0.20 m del suelo, de todas las áreas de construcción, de acuerdo al replanteo general al inicio de la obra. En particular, estas operaciones se efectúan en áreas de instalaciones provisionales, áreas de construcción de las obras permanentes que conforman el proyecto, de modo que el terreno quede limpio, libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos del proyecto.

- **Construcción de oficina provisional, almacén y caseta de guardianía:** En el proyecto se plantea la construcción de una oficina para el personal técnico - administrativo de la obra, un almacén para el depósito de las herramientas, equipos y materiales y una caseta de vigilancia, en total se utilizarán 800 m² que serán repartidos entre las tres instalaciones antes mencionados, que tendrán losas de concreto, paredes de madera y techo de calamina. Cada componente estará cerca del proyecto, y contará con baños químicos y lavatorios para el personal (servicios higiénicos).
- **Mejoramiento de caminos de acceso:** En el proyecto se mejorará 4.79 km de trocha, que será de una sola vía con 4 metros de ancho, para así poder conectar el pueblo de Chicla con los diferentes tramos del camino de servicio de la tubería principal de conducción.
- **Transporte y movilización de equipos y maquinaria:** Actividad que, básicamente, implica transportar los materiales de construcción, equipos y herramientas al almacén para luego ser colocados en obra. Los equipos necesarios son: un tractor de oruga, una retroexcavadora sobre oruga, un cargador frontal, una motoniveladora, dos volquetes y dos martillos neumáticos.
- **Trazo y replanteo parcelario:** El replanteo consiste en la ubicación e identificación de todos los elementos que se detallan en los planos, durante el proceso de construcción, para lo cual se va a utilizar recursos humanos, equipos topográficos e insumos, tales como pintura, esmalte sintético y cal hidratada.
- **Movimiento de tierras:** Proceso que abarca la excavación de zanjas de 5103.10 m³ de terreno natural, con la finalidad de conformar las secciones necesarias para la obra. Incluye, además de excavaciones, la rectificación y conservación de los perfiles, así como también la carga, transporte y disposición de los materiales y equipos en los lugares apropiados.
- **Obras civiles:** Esta actividad engloba un conjunto de acciones que se generarán a consecuencia de las obras de construcción del proyecto. Estas obras son: (1) cámaras repartidoras de caudal; (2) cajas de concreto para válvulas; (3) cajas de concreto para

llaves de paso; y, (4) dos pases por la línea del tren. La cantidad de obras civiles está especificada en la Tabla 7. Para cada una de las obras, se ha planteado realizar una excavación, según diseño; una nivelación y compactación manual del terreno para cimentar la estructura. El concreto tendrá un resistencia ($f'c$) de 210 kg/cm^2 , según normas ACI 318-77 y ASTM. El acero tendrá un resistencia ($f'y$) de 4200 kg/cm^2 grado 60, cumpliendo la norma ASTM-A-615, tendrá corrugaciones para su adherencia con el concreto, al que debe ceñirse, según lo especificado en la norma ASTM-A-305.

Tabla 7: Obras civiles a construirse

Nº	Obras civiles	Unid	Cantidad
1	Cámara repartidora de caudal	unid	5
2	Cajas de protección de arco de riego 21/2"	unid	184
3	Cajas para llaves de paso	unid	49
4	Cruces de línea de tubería matriz por debajo de vía del tren	unid	2
5	Cámaras rompe presión	unid	23

FUENTE: Municipalidad Provincial de Huarochirí (2015)

- Cama de apoyo:** Es el material seleccionado colocado en el fondo de la zanja que tiene por finalidad brindar soporte uniforme a la tubería en toda su longitud. Se colocará material en un tramo de 35,144.80 m, Si los terrenos son normales, semirrocados y rocosos, se utilizará arena gruesa o gravilla, con un espesor no menor a 0.10 m, debidamente compactada; si en el terreno se observa arcillas expansivas, limos etc., (terreno inestable), la cama se ejecutara de acuerdo a las recomendaciones del proyectista. En las áreas donde los materiales in situ no proporcionan una fundación sólida para la tubería, la cama de apoyo especial consistirá de roca triturada de 25 mm.
- Distribución y tendido de tuberías:** Abarca la distribución, tendido y unión de los tubos de PVC a lo largo de las zanjas, utilizando herramientas manuales.
- Relleno y compactado de zanjas:** Esta actividad abarca el vaciado con material seleccionado de las zanjas para las tuberías de distribución; comprende la compactación del suelo en capas, conforme a las especificaciones técnicas, hasta alcanzar el nivel superior del terreno natural.

- **Eliminación de los materiales excedentes:** El volumen excavado a eliminar será aquella parte del material que no será reutilizado en la construcción de la obra y se colocará a pie de obra en los lugares autorizados para su vertimiento. La eliminación se realizará con volquetes y su carguío se realizará con cargador frontal o retroexcavadora, dependiendo de la accesibilidad al terreno.
- **Utilización de maquinaria y equipos:** Para realizar el movimiento de tierras en la construcción de las diferentes etapas del proyecto se requerirá el empleo de maquinaria y equipos; el tipo de maquinaria a utilizar será aquella que se ha considerado en el ítem “**Transporte y movilización de equipos y maquinarias**” del Expediente Técnico.
- **Instalación del sistema de riego:** Está actividad abarca un conjunto de acciones para el tendido y la instalación del sistema de riego. Los accesorios y las cantidades de los mismos están detalladas en la Figura 10: plano hidráulico del proyecto ubicado en el acápite “**b. Planteamiento hidráulico**”.
- **Generación de residuos y efluentes:** Esta actividad se presentará como producto del proceso constructivo de todas las obras de construcción, así como los residuos y efluentes procedentes de talleres, almacenes y servicios higiénicos.

c. Etapa de operación

Consiste en seguir el procedimiento que garantice su funcionamiento adecuado y evitar el riesgo de deterioro. Comprende los siguientes procesos:

- **Manipulación de captación, línea de conducción de agua y reservorios:** Proceso que engloba el obtener el recurso hídrico para realizar el riego por aspersión, desde su traslado de las obras de captación hacia los reservorios del proyecto.
- **Manipulación de cajas repartidoras, válvulas y llaves de paso:** Se realiza la manipulación de la toma lateral, válvulas y llaves de paso con la finalidad de la regulación, apertura y cierre del caudal ofertado para el sistema de riego.

- **Preparación del suelo para el cultivo:** Los comuneros lo realizan utilizando herramientas manuales con el fin de adaptar el suelo para el cultivo.
- **Siembra:** Consiste en situar las semillas sobre el suelo de forma directa. Actualmente, en las comunidades del proyecto se viene sembrando por filas.
- **Aplicación de insumos químicos:** Aplicación de fertilizantes, pesticidas, plaguicidas etc., de manera directa en el suelo. Los principales fertilizantes que se utilizan son la urea y el superfosfato.
- **Operación del sistema de riego:** Incluye el sistema de filtrado y control; apertura y cierre de válvulas y regulación de presión e inspección de los laterales de riego, con la finalidad de tener un desarrollo óptimo y uniforme en cada de turno de riego.
- **Cosecha:** Proceso de recojo de los productos, de forma manual.
- **Post cosecha:** Consiste en eliminar aquellos desechos que resultan de la cosecha. En la zona de estudio, las comunidades lo realizan a través de la quema de los residuos.

d. Etapa de mantenimiento

Consiste en mantener en buen estado las obras de medición, compuertas, cajas de distribución; también, realizar los desbroces y arreglos en los tramos de tubería y en obras de captación. Comprende los siguientes procesos:

- **Mantenimiento del canal y reservorios:** Limpieza de sedimentos y maleza del canal y tuberías de conducción; mantenimiento de los reservorios, válvulas de apertura y cámaras rompe presión. Para la limpieza de maleza, se empleará herramientas manuales (pico, lampa, rastrillos) y en algunos casos se aplicará insumos químicos, dependiendo su uso del crecimiento de la maleza. En el caso de colmatación, en las cámaras rompe presión y reservorios, se realizará la limpieza empleando herramientas manuales o mediante válvulas de lavado o sistemas de limpia por rebose.

- **Mantenimiento de equipos de aplicación de insumos químicos:** Consiste en revisar el funcionamiento de los equipos para la aplicación de los fertilizantes; debe evitarse la acumulación de compuestos poco solubles en el fondo del estanque donde se prepara la solución madre.
- **Mantenimiento del sistema de riego:** Consiste en la limpieza del sistema de filtrado; purgado y desinfección de las tuberías de conducción y distribución; y, limpieza de los laterales de riego (mangueras de polietileno). También, se incluye la reparación de las tuberías y accesorios.

3.3. METODOLOGÍA

Durante la etapa de caracterización del ambiente y del proyecto, se estudió las características que engloban la ejecución del proyecto y el entorno o área de influencia en el que este se encuentra, con el fin de identificar las acciones susceptibles de producir impactos (ASPI). Como resultado se obtuvo los aspectos ambientales que podrían generar algún impacto ambiental. Luego, se elaboró una lista de chequeo, donde se determinaron los factores ambientales representativos de impactos (FARI); y, seguidamente, la relación causa-efecto, con los elementos que juegan dentro del esquema del proyecto, de manera que se identificaron los impactos positivos y negativos, mediatos e inmediatos, directos e indirectos y reversibles e irreversibles.

3.3.1. Acciones susceptibles de producir impactos

Se procedió a utilizar la información obtenida en las etapas del proyecto, clasificadas como pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, para identificar todas las posibles acciones con capacidad de generar alguna modificación al ambiente, tomando en cuenta la relación proyecto-ambiente (Weitzenfeld, 1999) para su análisis.

Se elaboró el diagrama de flujo para la identificación de los aspectos ambientales, que se presenta en la Figura 9; que fue utilizado para determinar los aspectos ambientales producidos en cada etapa del proyecto, tal como se muestra en el ANEXO 1. Cada ASPI tiene como ingreso recursos, que vienen a ser los insumos necesarios para su ejecución (equipos, herramientas manuales, maquinaria, insumos, etc.), y como salida, los aspectos ambientales.

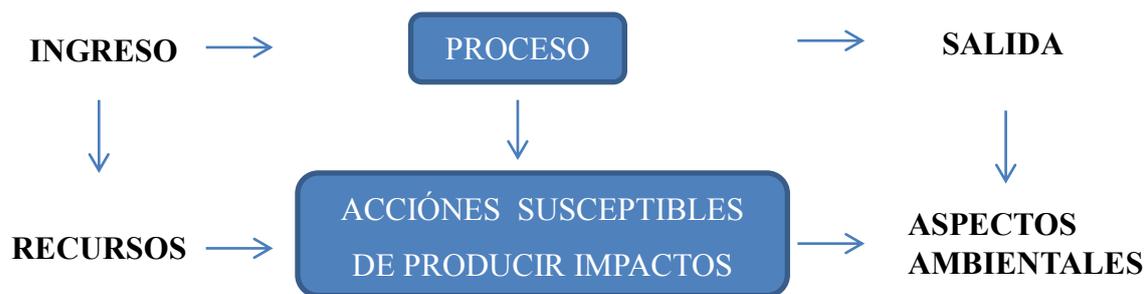


Figura 8: Diagrama de flujo ASPI

FUENTE: Elaboración propia (2015)

3.3.2. Factores ambientales representativos del impacto (FARI)

La identificación de los factores ambientales representativos del impacto por las actividades del proyecto fue el resultado de la interrelación de los componentes obtenidos en la caracterización del proyecto (aspectos ambientales), realizado en la etapa anterior y los componentes del medio ambiente. La información recaudada fue procesada a través de los trabajos de gabinete y campo realizados, que permitió la elaboración de una lista de chequeo, descrita en la Tabla 8, referida a los componentes ambientales susceptibles de cambios, que serían receptores de los potenciales impactos ambientales.

Identificados los componentes ambientales afectados, se procedió a analizar los FARI que serían afectados. Éstos están indicados dentro de la Tabla 10, matriz de identificación, donde se incluyen los medios y factores ambientales.

3.3.3. Identificación, valoración y jerarquización de impactos ambientales

a. Identificación de impactos ambientales

Esta etapa consistió en la interrelación de los componentes y acciones del proyecto con los FARI identificados, que permitió definir los impactos ambientales positivos y negativos.

Tabla 8: Matriz de doble entrada para componentes ambientales y componentes del proyecto

ETAPAS	Componentes y acciones del Proyecto	Componentes del ambiente											
		Físico					Biótico			Socioeconómico			
		Atmósfera	Geología	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Biótica acuática	Uso del territorio	Humano	Económico	Demográfico
Construcción	Limpieza de terreno	x		x	x	x	x	x			x	x	
	Construcción de oficina provisional, almacén y caseta de guardianía	x	x	x		x	x	x			x	x	
	Mejoramiento de caminos y acceso	x		x							x	x	
	Transporte y movilización de equipos y maquinarias	x		x	x						x		
	Trazo y replanteo parcelario			x									
	Movimiento de tierras	x	x	x	x	x	x	x			x		
	Obras civiles	x	x	x	x	x		x			x		
	Construcción de la cama de apoyo	x		x	x								
	Distribución y tendido de las tuberías	x		x									
	Relleno y compactado de zanjas	x		x	x	x							
	Eliminación de los materiales excedentes de desmonte	x		x	x	x	x	x			x		
	Operación de maquinaria y equipos	x		x				x			x		
	Instalación del sistema de riego	x		x							x		
Generación de residuos y efluentes	x		x	x	x		x						

Operación	Manipulación de la captación, la línea de conducción de agua y los reservorios			x	x						x		
	Manipulación de cajas repartidoras, válvulas y llaves de paso			x	x						x		
	Preparación del suelo para el cultivo	x	x	x		x	x	x		x	x		
	Siembra	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
	Aplicación de fertilizantes			x	x			x		x	x		
	Operación del sistema de riego		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Cosecha			x							x	x	x
	Post cosecha	x		x							x		
Mantenimiento	Mantenimiento del canal y reservorio	x		x	x						x		
	Mantenimiento de equipos para realizar la fertilización	x		x	x						x		
	Mantenimiento del sistema de riego	x		x	x						x		

FUENTE: Elaboración propia (2015)

b. Valoración de impactos ambientales

Después de identificar los impactos ambientales potenciales, se procedió a su respectiva valoración. Para ello, se utilizó la metodología de criterios relevantes integrados (Buroz, 1994), donde se valora el impacto mediante su intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo, agregando a ello la característica del impacto, si es beneficioso o perjudicial. Los atributos considerados en la valoración fueron los siguientes: (1) Intensidad (IN); (2) Extensión (EX); (3) Momento (MO); (4) Persistencia (PE); (5) Reversibilidad (RV); (6) Recuperabilidad (MC); (7) Sinergia (SI); (8) Acumulación (AC); (9) Efecto (EF); (10) Periodicidad (PR); y, (11) Riesgo (R).

Cada uno de los criterios se evaluó y se calificó de acuerdo a los rangos que se establecen en la Tabla 9 y la importancia del impacto se dedujo mediante la siguiente fórmula:

$$I = +/- (W_{IN} * IN + W_{EX} * EX + W_{MO} * MO + W_{PE} * PE + W_{RV} * RV + W_{MC} * MC + W_{SI} * SI + W_{AC} * AC + W_{EF} * EF + W_{PR} * PR + W_R)$$

Donde: **W** es el peso que pondera cada criterio y varía en el rango de: $0 < W_i < 1$ y $\sum W_i = 1$.

La importancia de los impactos toma valores de 0 – 10.

Los criterios de clasificación de la importancia del impacto ambiental fueron: irrelevantes con puntaje < 2; moderados, de 2 a 5; severos, entre 5 y 8; y, críticos, > 8.

Tabla 9: Criterios de evaluación

Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Riesgo (R)	
Baja	1	Puntual	1	Cierto	10
Media	2	Parcial	3	Alto	7
Alta	4	Alta	5	Medio	5
Muy Alta	7	Total	7	Bajo	2
Total	10	Crítica	10	Nulo	0
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)		Periodicidad (PR)	
Fugaz	2	Corto plazo	2	Irregular	2
Temporal	5	Mediano plazo	5	Periódico	5
Permanente	10	Irreversible	10	Continuo	10
Recuperabilidad (MC)		Momento (MO)		Sinergia (SI)	
R. Inmediato	1	Largo plazo	1	Sin	2
R. Mediano plazo	2	Mediano plazo	3	Moderado	5
Mitigable y/o compensable	5	Inmediato	5	Muy	10
Irrecuperable	10				
Acumulación (AC)		Efecto (EF)			
Simple	3	Directo	3		
Acumulado	10	Indirecto	10		

FUENTE: Buroz (1994)

c. Jerarquización de impactos ambientales

Se seleccionó los impactos ambientales más significativos con el fin de priorizar las acciones de mitigación y prevención de los mismos.

IV. RESULTADOS

4.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Consistió en relacionar los procesos encontrados dentro de las etapas del proyecto con los factores ambientales identificados que se verían afectados por estas actividades. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 10: matriz de identificación de impactos ambientales, donde se asocian los impactos ambientales a cada actividad.

4.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Los impactos ambientales identificados fueron evaluados de acuerdo a los criterios citados en el acápite 3.3.3.b. Se desarrollaron cuatro matrices de valoración para cada una de las etapas identificadas. Las matrices se presentan en las Tablas 11 al 14, donde se indican los impactos ambientales tanto positivos como los negativos.

4.3. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

La jerarquización tuvo por finalidad seleccionar los impactos ambientales negativos y positivos, en todas las etapas del proyecto. En la Tabla 15 se presentan los impactos ambientales priorizados en orden de mayor a menor.

4.3.1. Descripción de los impactos ambientales identificados

La descripción de los impactos ambientales negativos y positivos se presenta a continuación:

- **Generación de partículas:** Se refiere a la posible generación de material particulado, sea PM 10 o PM 2.5 dentro del área de influencia. El proyecto se encuentra alejado de fuentes fijas o móviles de emisiones de estas partículas, sin embargo se considera la generación partículas durante las actividades que conllevan la realización del proyecto

por el tránsito de vehículos, mas no se mantendrán en el transcurso de vida del proyecto.

- **Generación de gases:** Dentro del área de influencia se observa que ya se generan gases en consecuencia al alto tránsito de vehículos motorizados debido a que el distrito de Chicla se encuentra al lado de la Carretera Central. La zona del proyecto se encuentra un poco más distante del distrito, en donde también se estima que se generarán gases debido al tránsito de la maquinaria y vehículos que utilizan combustibles fósiles para la construcción de las obras necesarias. Durante la etapa de operación y mantenimiento la generación de gases será de muy baja intensidad y frecuencia. Los gases que se generarán incluyen CO, CO₂, NO_x, SO₂.
- **Generación de ruido:** Ciertas actividades por su intensidad, durante la construcción de las obras, originarán un incremento del ruido de fondo que actualmente no existe en el área. Las maquinarias, los equipos a utilizar incrementarán el ruido.
- **Generación de polvo:** En la etapa de construcción, el polvo será generado por las actividades de limpieza del área de trabajo, movimiento de tierras y demás procesos que conlleva la etapa de construcción. En la etapa de operación se dará por la preparación del suelo, siembra y post-cosecha.
- **Generación de microclima:** Solo se dará en la etapa de operación del proyecto debido a la operación del sistema de riego y esta resultará de carácter positivo. La frecuencia de riego originará un incremento en la humedad, lo cual repercutirá sobre la temperatura creando un microclima adecuado evitando por ejemplo la intensidad de las heladas.
- **Erosión del suelo:** La erosión del suelo se dará en la etapa de construcción por la limpieza del terreno, el movimiento de tierras, construcción de obras provisionales, construcción de obras civiles, construcción de la cama de apoyo, y por la preparación del suelo, en donde se deberá retirar la cobertura vegetal existente, añadiendo además las características de las zonas (altas pendientes y lluvias constantes), el suelo se verá

afectado por la erosión eólica, por erosión hídrica en mayor o menor grado. Se trata de un impacto ambiental negativo de alta importancia.

En la etapa de operación, se trata de un impacto ambiental positivo y se considera como “control de la erosión del suelo”, debido a que el cultivo incrementará la cobertura vegetal, disminuyendo en si la erosión eólica y la erosión hídrica.

- **Estabilidad del suelo:** Genera impacto ambiental positivo en la etapa de operación debido a la siembra y operación del sistema de riego dicho impacto lleva el nombre de mejoramiento de la estabilidad del suelo.
- **Propiedades físicas del suelo:** Referida en su mayoría a la compactación del suelo, se da por la acción mecánica sobre el suelo, donde se disminuyen los espacios porosos. En la etapa de construcción se da en la limpieza de terreno, transporte y movilización de equipos, movimiento de tierras, construcción de obras civiles y cama de apoyo, relleno y compactación en donde básicamente se utilizan equipos, maquinarias y herramientas que generarán la compactación del suelo. Otras acciones dentro de los procesos ya mencionados generarían cambios en la estructura, textura y otras propiedades del suelo pero en menor grado de intensidad.
- **Propiedades químicas del suelo:** Alteración de las propiedades químicas del suelo dadas en la etapa de mantenimiento por el uso de insumos químicos que podrían afectar la CIC, el pH del suelo, los nutrientes del suelo o generar salinización en el suelo.
- **Calidad del suelo:** Cuando en el suelo se depositan, de forma voluntaria o accidental, productos tales como papel, vidrio, plástico, materia orgánica, fecal, solventes, plaguicidas, residuos peligrosos, etc., se afecta de manera directa las características físicas y químicas del suelo, afectando también a los seres vivos y contaminando el suelo. Se dará en las distintas etapas que engloban el proyecto. En la etapa de construcción se puede dar por derrame de combustibles, generación de residuos sólidos y líquidos, residuos orgánicos e inorgánicos como plásticos, los residuos de comida, pinturas, chatarra, etc. En esta etapa se considera un impacto moderado. En la etapa de operación y mantenimiento se consideran también la generación de residuos

orgánicos e inorgánicos, los residuos peligrosos (químicos). Existe riesgos de contaminación debido a:

- Residuos sólidos y líquidos en la zona de las obras: mezclas de concreto, restos de madera, tecnopor, espuma de poliolefina, envases de productos químicos, tuberías, pintura, clavos, alambre negro recocido, mangueras de polietileno, aspersores, pegamento y lubricantes.
 - Residuos sólidos por actividades de trabajadores (papeles, plásticos, cartones, etc.) en las instalaciones para la higiene básica personal y servicios higiénicos. Así como la actividad doméstica, producto del consumo de alimentos de los trabajadores.
 - Potenciales derrames de aceites y grasas de la maquinaria y equipos que se utilizarán en las obras o por la preparación del concreto.
-
- **Cantidad de agua:** Referida al consumo de agua. El impacto ambiental varía dependiendo de la etapa en la que se ejecute. En la etapa de construcción y mantenimiento será un impacto negativo por el consumo que se requiere tanto para la construcción, mantenimiento como para el consumo humano. En la etapa de operación, será un impacto positivo llamado “incremento de la eficiencia en el uso del agua” porque con la instalación del sistema de riego por aspersión se tendrá una alta eficiencia de aplicación de agua (70 por ciento) y uniformidad en su penetración en el perfil del suelo, siendo éste, el principal factor para mejorar los rendimientos de los cultivos y aumentar la intensidad de los cultivos.
 - **Nivel freático:** Llamado alteración de nivel freático para las distintas etapas del proyecto, será un impacto ambiental negativo para la etapa de construcción debido al posible consumo de agua mediante pozos y un impacto ambiental positivo para la etapa de operación debido al posible incremento del nivel freático en la operación del sistema de riego.
 - **Drenaje:** En la etapa de construcción se considera un impacto ambiental negativo llamado “alteración en el drenaje del suelo” y se da por el movimiento de tierras, construcción de obras civiles, construcción de la cama de apoyo y relleno y compactado de zanjas en donde las acciones de compactación generarán el cambio en la estructura, densidad cambiando el drenaje en el suelo. En la etapa de operación será

un impacto ambiental positivo llamado “mejora del drenaje del suelo”, dado en los procesos de preparación del suelo y operación del sistema de riego, debido a la mejora del suelo que conlleva estos procesos.

- **Escorrentía superficial:** En la etapa de construcción se considera un impacto ambiental negativo que se origina por los procesos de limpieza de terreno y movimiento de tierras. Ambos procesos presentan como acciones, la remoción de la cobertura vegetal, la cual podría incurrir en mayor grado la ocurrencia de escorrentía superficial.

Todo lo contrario para la etapa de operación, en la cual la escorrentía superficial se considera un impacto ambiental positivo llamado disminución de la escorrentía superficial, debido a que en el proceso de operación del sistema de riego se verá un incremento de la cobertura vegetal por el cultivo y por tal motivo se dará la disminución de la escorrentía.

- **Calidad de agua:** Existe un riesgo de contaminación del agua que afectaría la calidad del agua, y está presente en todas las etapas consideradas para la ejecución del proyecto, tanto agua superficial como subterránea puede verse afectada; originando un impacto ambiental negativo. El río Blanco o los acuíferos presentes dentro del área de influencia, podrían verse afectados por derrames de insumos químicos o hidrocarburos, infiltraciones de sustancias producto de los efluentes líquidos y residuos sólidos etc. Existe riesgo de contaminación debido a:

- Potencial vertimiento de desperdicios sólidos y líquidos, producto de las actividades de los trabajadores durante la construcción y el traslado de materiales y máquinas, ubicados en la parte alta de la zona de intervención.
- Potencial derrame de combustibles, aceites y grasas que podrían ocurrir a partir de la maquinaria que se utilizará en las obras o cuando se trasladan los equipos hasta la zona de las obras, o por la utilización de productos químicos para el concreto.
- Inadecuado manejo de las aguas servidas generadas por los operadores en esta etapa.

- **Vista panorámica:** El paisaje de la zona está compuesto por la agregación de los distintos elementos del medio, y cualquier alteración sobre dichos elementos afectará las características visuales globales del área. En la etapa de construcción, las actividades de limpieza, movimiento de tierras, construcción de las obras provisionales y civiles y otros generará un impacto ambiental negativo llamado alteración de la vista panorámica. Para la etapa de operación, la operación del sistema de riego originará un impacto ambiental positivo considerado como mejora de la vista panorámica del paisaje, debido al crecimiento de nueva vegetación y procesos que conlleva su mantenimiento.
- **Estética del paisaje:** El área de influencia presenta un bello paisaje natural característico de zonas alto andinas que no han sido modificadas por acción del hombre. Esta situación será alterada por los trabajos que conllevan la realización del proyecto; por el movimiento de tierras, por la limpieza del terreno, por la utilización de maquinaria y equipo y otros. En la etapa de operación esta situación es completamente distinta, debido a que el impacto generado será positivo, mejorando la belleza del paisaje por acciones como la siembra.
- **Cobertura vegetal:** El área donde se ejecutará el proyecto, cuenta con cobertura vegetal nativa, la cual, necesariamente será removida para la ejecución de las obras que presenta el proyecto. En la etapa de operación se generará un incremento de la cobertura vegetal, porque la instalación del sistema de riego por aspersión, permitirá el aprovechamiento de 120 ha y con ello se dará un incremento de la cobertura vegetal; siendo favorable para controlar la erosión; mejorar la estabilidad y las propiedades físicas del suelo; además, de disminuir la escorrentía superficial y mejorar la vista panorámica del área de influencia.
- **Especies nativas (flora):** En muchos casos la remoción de la cobertura vegetal conlleva a retirar las especies nativas para la ejecución de trabajos, a ello hay que agregarle los percances que ocurran en el transporte de materiales o equipos que pueden afectar a estas especies nativas.

- **Hábitat (flora):** En la situación actual, el área se encuentra cubierta de vegetación natural que se sustenta sobre una capa de suelo orgánico ya formada a través de los años. En la etapa de construcción se verá afectado por distintos procesos que conlleva la ejecución del proyecto, como la limpieza del área del proyecto, el movimiento de tierras, construcción de las obras y por la utilización de maquinarias. En la etapa de operación también puede verse afectado el hábitat por la presencia de especies introducidas como medidas de manejo o los propios cultivos.
- **Presencia de vectores y plagas:** La agricultura tradicional emplea productos químicos, que deterioran el ambiente, afectando principalmente a los recursos agua, suelo y aire; también, permiten que las plagas sean cada vez más resistentes y se propaguen con más facilidad; al introducirse cultivos nuevos, se podría generar el ingreso de nuevas plagas y con ello utilizar mayor cantidad de insumos químicos para combatirlas.
- **Rendimiento del cultivo:** Impacto ambiental positivo referido a la mejora del rendimiento del cultivo debido a la operación del sistema de riego. El proyecto plantea el uso de aspersores para un riego uniforme y constante; a diferencia del riego por secano y por periodos que se realizaba anteriormente. Se dará en la etapa de operación irrigando 120 ha.
- **Intensidad de cultivo:** Impacto ambiental positivo, donde se obtendrá un incremento en la intensidad de cultivo debido al riego constante y uniforme. Se dará en la etapa de operación.
- **Molestias:** Se prevé que con la ejecución de las obras, algunas actividades tales como movimiento de tierras, uso de maquinarias y equipos, el tránsito de vehículos, la generación de residuos u otros podría generar molestias en la población pues la zona en la que se ejecutará el proyecto es una zona tranquila. Se considera un impacto ambiental negativo pero de intensidad muy baja.
- **Bienestar:** A diferencia de la generación de molestias, el proyecto en su totalidad genera expectativas positivas en la población, generando en sí un bienestar. La mejora

de caminos y accesos y la implementación del sistema de riego, son las principales causas del bienestar en la etapa de construcción. En la etapa de operación el bienestar se intensifica por el aumento en el rendimiento de los cultivos, la posibilidad del desarrollo de la actividad agropecuaria, y la generación de empleo.

- **Generación de conflictos:** Además de generar molestias en la población por las obras, se prevé la generación de conflictos debido al ocupamiento del terreno para las construcciones provisionales, la posibilidad de no contar con su mano de obra, etc. Se considera un impacto ambiental negativo, de intensidad muy baja.
- **Salud (enfermedades):** La generación de residuos y su mala ubicación en la etapa de construcción, podrían ser fuentes de contaminación además de un potencial peligro a la salud humana, generando plagas, etc. El mal uso de los insumos químicos para la siembra y la quema de residuos en la post-cosecha, ambas pertenecientes a la etapa de operación, podrían afectar también a la salud humana con intoxicaciones o quemaduras llegando, tal vez, a producir la muerte. Se considera un impacto ambiental negativo y de intensidad moderada.
- **Seguridad:** En todas las actividades a realizar en la etapa de construcción existe el riesgo de accidentes. Es por ello que se deben plantear medidas de acción para disminuir el riesgo. Se trata de un impacto ambiental negativo y significativo.
- **Capacitación:** La capacitación del personal que operará el sistema de riego y los que darán el mantenimiento al mismo, generará una mejora de la eficiencia de trabajo, por tal motivo, se considera un impacto ambiental positivo dado que será beneficioso para la población, con el fin de alargar la durabilidad de su sistema de riego.
- **Generación de ingresos:** Anteriormente, las familias beneficiarias estaban dedicadas básicamente a la actividad agrícola de subsistencia y de baja productividad, principalmente, debido a la escasa disponibilidad del recurso hídrico. Por tal motivo, la implementación del sistema de riego por aspersión permitirá el abastecimiento de agua, posibilitando el desarrollo de la actividad agropecuaria, el incremento del empleo de la mano de obra y, subsecuentemente, la mejora del nivel de vida de la

población, con el efecto multiplicador que el presente proyecto puede llegar a producir.

- **Movimientos migratorios:** Se prevé que con la implementación del sistema de riego, se podrá disminuir el movimiento migratorio de la población debido a que se tendrán ingresos fijos, además de la posibilidad de implementar otras actividades a consecuencia de una mayor disponibilidad del recurso hídrico.
- **Ocupación demográfica:** La población beneficiaria, realizaba el riego por secano (riego por lluvias), sin embargo no se daba en todo el año, debido a que los en los periodos de bajas lluvias o estiaje (junio, julio y agosto) la falta de este no permitía el riego. Con la implementación del sistema de riego, se tendrá abastecimiento de agua constante todos los meses del año, por tal motivo un riego permanente. Se considera un impacto ambiental positivo.

Tabla 10: Matriz de identificación de impactos ambientales

			Etapas del Proyecto																											
			Pre	Construcción												Operación						Mantenimiento								
Medio	Componente	Factores representativos de impacto	Generación de oferta de trabajo	Limpieza de terreno	Construcción de oficina provisional, almacén y caseta de guardiana	Mejoramiento de caminos de acceso	Transporte y movilización de equipos y maquinaria	Trazo y replanteo parcelario	Movimiento de tierras	Construcción de obras civiles	Construcción de la cama de apoyo	Distribución y tendido de las tuberías	Relleno y compactado de zanjas	Eliminación de los materiales excedentes de desmonte	Utilización de maquinaria y equipos	Instalación del sistema de riego	Generación de residuos y efluentes	Manipulación de la captación, línea de conducción de agua y reservorios	Manipulación de cajas repartidoras, válvulas y llaves de paso	Preparación del suelo para el cultivo	Siembra	Aplicación de insumos químicos	Operación del sistema de riego	Cosecha	Post cosecha	Mantenimiento del canal y reservorio	Mantenimiento de equipos de aplicación de insumos químicos	Mantenimiento del sistema de riego		
FÍSICO	Atmósfera	Partículas		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x						x								
		Gases		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x				x						x			
		Ruido		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x													
		Polvo		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x					x	x		
		Microclima																												
	Geología	Erodabilidad		x	x				x	x	x										x									
		Estabilidad																				x								
	Suelo	Propiedades físicas		x			x		x	x	x		x			x					x	x		x						
		Propiedades químicas																					x							
		Calidad del suelo		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Agua (superficial y subterránea)	Cantidad de agua		x	x	x			x	x	x	x		x		x				x	x	x	x	x				x	x	x
		Nivel freático			x				x															x						
		Drenaje							x	x	x		x									x			x					
		Escorrentía superficial		x					x															x						
Paisaje	Calidad del agua			x					x						x							x	x		x	x	x	x	x	
	Vista panorámica		x	x					x					x	x								x							
	Estética		x					x							x							x								
BIÓTICO	Flora	Cobertura vegetal		x	x				x	x												x		x						
		Especies nativas		x											x															
		Hábitat		x					x	x						x														
	Fauna	Hábitat		x	x				x	x					x	x						x		x						
SOCIOECONÓMICO	Uso del territorio	Rendimiento del cultivo																												
		Intensidad de cultivo																												
	Humano	Molestia		x	x		x		x	x			x	x	x															
		Bienestar	x			x											x						x		x					
		Generación de conflictos		x						x	x																			
		Salud (enfermedades)																						x			x			
		Seguridad		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x													
	Capacitación																													
	Económico	Generación de ingresos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x														
	Demográfico	Movimientos migratorios																												
Ocupación		x																												

Tabla 11: Valoración de los impactos ambientales en la etapa de construcción

Valoración de impactos ambientales														
Etapa de pre-construcción														
Puntaje	Importancia	Valor Asignado a las constantes												Suma
<2 Puntos	Irrelevante	W IN	W EX	W MO	W PE	W RV	W MC	W SI	W AC	W EF	W PR	W R		
2 - 5 Puntos	Moderado	0,30	0,20	0,10	0,10	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	1,00	
5 - 8 Puntos	Severo													
>8 Puntos	Crítico													
Positivo														
Valor asignado a cada parámetro														Valor del impacto
Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R	
PC-001	Generación de bienestar	Positivo	2	5	3	2	2	1	5	3	10	2	10	3,41
PC-002	Ocupación demográfica	Positivo	2	5	3	2	2	2	5	3	3	2	10	3,25

Tabla 12: Valoración de impactos ambientales en la etapa de construcción

Valoración de impactos ambientales													
Etapa de construcción													
Puntaje	Importancia	Valor Asignado a las constantes											Suma
<2 Puntos	Irrelevante	W IN	W EX	W MO	W PE	W RV	W MC	W SI	W AC	W EF	W PR	W R	
2 - 5 Puntos	Moderado	0,30	0,20	0,10	0,10	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	1,00
<5 - 8 Puntos	Severo												
>8 Puntos	Crítico												
Positivo													

Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	Valor asignado a cada parámetro											Valor del impacto
			IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R	
C-001	Generación de material particulado	Negativo	2	1	5	2	2	2	5	3	10	5	5	2,76
C-002	Generación de gases	Negativo	2	1	5	2	2	2	5	3	10	5	5	2,76
C-003	Generación de ruido	Negativo	2	1	5	2	2	1	5	3	10	5	5	2,71
C-004	Generación de polvo	Negativo	4	3	5	2	2	2	5	3	10	5	7	3,86
C-005	Erosión del suelo	Negativo	4	3	5	10	10	5	5	10	10	5	10	5,65
C-006	Alteración de propiedades físicas del suelo (densidad, textura)	Negativo	4	3	5	2	5	5	5	3	10	5	10	4,34
C-007	Contaminación del suelo	Negativo	4	3	5	2	5	5	5	3	10	2	7	4,04
C-008	Cantidad de agua	Negativo	2	1	5	2	2	1	5	3	10	5	5	2,71
C-009	Alteración del nivel freático	Negativo	2	1	5	2	5	2	2	3	10	2	2	2,55
C-010	Alteración en el drenaje del suelo	Negativo	2	1	5	5	5	2	2	3	10	2	5	3

C-011	Incremento de la escorrentía superficial	Negativo	4	3	5	5	5	2	5	3	10	2	7	4,19
C-012	Contaminación del agua	Negativo	4	3	5	2	10	5	5	3	3	3	7	4,18
C-013	Perdida de la cobertura vegetal	Negativo	2	3	5	2	2	2	2	3	10	5	5	3,07
C-014	Especies nativas	Negativo	2	3	5	2	2	2	2	3	10	2	5	2,92
C-015	Alteración del hábitat de la flora	Negativo	2	3	3	2	5	5	2	3	10	5	5	3,2
C-016	Alteración del hábitat de la fauna	Negativo	2	3	5	2	2	2	2	3	10	5	5	3,07
C-017	Generación de vectores	Negativo	1	1	3	2	5	2	2	3	3	2	5	1,99
C-018	Alteración de la vista panorámica del paisaje	Negativo	2	3	3	2	5	2	2	3	10	5	5	3,05
C-019	Alteración de la estética del paisaje	Negativo	2	3	3	2	5	2	2	3	10	10	5	3,3
C-020	Generación de molestias en la población	Negativo	1	1	5	2	2	2	2	3	3	2	2	1,86
C-021	Generación de bienestar	Positivo	4	3	3	10	5	2	2	3	10	10	7	4,8
C-022	Generación de conflictos	Negativo	1	1	5	2	2	1	5	3	3	2	2	1,9
C-023	Incremento de enfermedades	Negativo	1	3	3	2	5	2	2	3	3	2	5	2,39
C-024	Riesgo de accidentes	Negativo	7	5	5	5	2	1	5	3	10	5	7	5,41
C-025	Generación de ingresos por trabajo	Positivo	4	3	5	2	2	1	5	3	10	10	10	4,21
C-026	Ocupación demográfica	Positivo	4	3	5	2	2	1	5	3	10	10	10	4,21

Tabla 13: Valoración de impactos ambientales en la etapa de operación

Valoración de impactos ambientales													
Etapa de operación													
Puntaje	Importancia	Valor Asignado a las constantes											Suma
<2 Puntos	Irrelevante	W IN	W EX	W MO	W PE	W RV	W MC	W SI	W AC	W EF	W PR	W R	
2 - 5 Puntos	Moderado	0,30	0,20	0,10	0,10	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	1,00
5 - 8 Puntos	Severo												
>8 Puntos	Crítico												
Positivo													

Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	Valor asignado a cada parámetro											Valor del impacto
			IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R	
O-001	Generación de material particulado	Negativo	2	3	5	2	2	1	2	3	10	5	5	3,02
O-002	Generación de gases	Negativo	1	3	5	2	2	1	2	3	10	5	5	2,72
O-003	Generación de polvo	Negativo	2	3	5	2	2	1	2	3	10	5	5	3,02
O-004	Generación de un microclima	Positivo	4	5	3	2	5	2	5	3	10	5	7	4,24
O-005	Control de la erosión del suelo	Positivo	4	7	3	10	5	2	10	10	3	5	10	5,74
O-006	Mejoramiento de la estabilidad del suelo	Positivo	4	5	3	5	5	2	5	3	3	5	7	4,33
O-007	Mejora de las propiedades físicas del suelo	Positivo	4	5	3	5	5	2	5	3	3	5	10	4,48
O-008	Contaminación del suelo	Negativo	2	3	5	2	5	2	5	10	10	5	7	3,65
O-009	Eficiencia en el uso del agua	Positivo	7	7	5	10	10	1	2	3	10	10	10	7,1
O-010	Alteración del nivel freático	Positivo	2	7	3	5	5	2	5	3	3	2	5	3,88

O-011	Mejora en el drenaje del suelo	Positivo	2	7	3	5	5	2	5	3	3	2	5	3,88
O-012	Disminución de la escorrentía superficial	Positivo	7	7	5	5	5	2	10	10	3	5	7	6,19
O-013	Contaminación del agua	Negativo	2	3	3	2	10	5	5	3	10	2	5	3,44
O-014	Mejora de la vista panorámica	Positivo	4	7	5	5	5	2	10	3	3	5	5	4,98
O-015	Mejora de la estética del paisaje	Negativo	2	5	3	5	5	2	2	3	3	5	10	3,79
O-016	Aumento de la cobertura vegetal	Positivo	7	7	5	5	2	2	10	3	10	5	10	6,16
O-017	Alteración del hábitat de las especies nativas	Negativo	2	1	5	10	2	2	3	3	3	2	10	3,39
O-018	Alteración del hábitat de la fauna de la zona	Negativo	2	1	5	10	2	1	3	3	3	2	5	3,09
O-019	Presencia de vectores y/o plagas	Negativo	4	5	3	2	5	2	10	10	3	2	7	4,24
O-020	Mejora en el rendimiento del cultivo	Positivo	7	7	5	10	5	1	5	3	10	10	10	6,89
O-021	Incremento en la intensidad del cultivo	Positivo	7	7	5	10	5	1	5	3	10	10	10	6,89
O-022	Generación de bienestar en la población	Positivo	7	7	3	10	5	1	5	3	10	10	7	6,54
O-023	Incremento de enfermedades	Negativo	4	5	3	2	5	2	10	3	3	2	5	3,93
O-024	Mejor eficiencia de trabajo	Positivo	7	7	5	10	5	1	3	3	10	10	10	6,83
O-025	Aumento de ingresos	Positivo	7	7	3	10	5	2	3	3	3	5	7	6,07
O-026	Disminución de movimientos migraciones	Positivo	4	5	3	2	5	2	5	3	3	2	2	3,63
O-027	Ocupación demográfica	Positivo	4	5	5	10	5	1	10	3	10	10	10	5,74

Tabla 14: Valoración de impactos ambientales en la etapa de mantenimiento

Valoración de impactos ambientales													
Etapa de mantenimiento													
Puntaje	Importancia	Valor Asignado a las constantes											Suma
<2 Puntos	Irrelevante	W IN	W EX	W MO	W PE	W RV	W MC	W SI	W AC	W EF	W PR	W R	
2 - 5 Puntos	Moderado	0,30	0,20	0,10	0,10	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	1,00
5 - 8 Puntos	Severo												
>8 Puntos	Crítico												

Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	Valor asignado a cada parámetro											Valor del impacto
			IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R	
M-001	Generación de polvo	Negativo	1	1	5	2	2	1	2	3	10	2	2	2,02
M-002	Contaminación del suelo	Negativo	4	3	5	2	5	5	5	3	10	5	7	4,19
M-003	Consumo del agua	Negativo	1	1	5	2	2	2	5	3	10	5	2	2,31
M-004	Contaminación del agua	Negativo	4	5	5	2	10	5	5	3	10	5	7	4,89

Tabla 15: Jerarquización de los impactos ambientales

Etapa	Código	Impacto ambiental	Valoración	
			Negativo	Positivo
PRE	PC-001	Generación de bienestar		3.41
	PC-002	Ocupación demográfica		3.25
CONSTRUCCIÓN	C-005	Erosión del suelo	5.65	
	C-024	Riesgo de accidentes	5.41	
	C-021	Generación de bienestar		4.80
	C-006	Alteración de las propiedades físicas del suelo (densidad, textura, porosidad)	4.34	
	C-025	Generación de ingresos por trabajo		4.21
	C-026	Ocupación demográfica		4.21
	C-011	Incremento de la escorrentía superficial	4.19	
	C-012	Contaminación del agua	4.18	
	C-007	Contaminación del suelo	4.04	
	C-004	Generación de polvo	3.86	
	C-019	Alteración de la estética del paisaje	3.30	
	C-015	Alteración del hábitat de la flora	3.20	
	C-013	Perdida de la cobertura vegetal	3.07	
	C-016	Alteración del hábitat de la fauna	3.07	
	C-018	Alteración de la vista panorámica del paisaje	3.05	
	C-010	Alteración en el drenaje del suelo	3.00	
	C-014	Especies nativas	2.92	
	C-001	Generación de material particulado	2.76	
	C-002	Generación de gases	2.72	
	C-003	Generación de ruido	2.71	
	C-008	Cantidad de agua	2.71	
	C-009	Alteración del nivel freático	2.55	
	C-023	Incremento de enfermedades	2.39	
	C-017	Generación de vectores	1.99	
	C-022	Generación de conflictos	1.90	
	C-020	Generación de molestias en la población	1.86	

Etapa	Código	Impacto ambiental	Valoración	
			Negativo	Positivo
OPERACIÓN	O-009	Eficiencia en el uso del agua		7.1
	O-020	Mejora en el rendimiento del cultivo		6.89
	O-021	Incremento en la intensidad del cultivo		6.89
	O-024	Mejor eficiencia de trabajo		6.83
	O-022	Generación de bienestar en la población		6.54
	O-012	Disminución de la escorrentía superficial		6.19
	O-016	Aumento de la cobertura vegetal		6.16
	O-025	Aumento de ingresos		6.07
	O-005	Control de la erosión del suelo		5.74
	O-027	Ocupación demográfica		5.74
	O-014	Mejora de la vista panorámica		4.98
	O-007	Mejora de las propiedades físicas del suelo		4.48
	O-006	Mejoramiento de la estabilidad del suelo		4.33
	O-004	Generación de un microclima		4.24
	O-019	Presencia de vectores y/o plagas	4.24	
	O-023	Incremento de enfermedades	3.93	
	O-010	Alteración del nivel freático		3.88
	O-011	Mejora en el drenaje del suelo		3.88
	O-015	Mejora de la estética del paisaje		3.79
	O-008	Contaminación del suelo	3.65	
	O-026	Disminución de movimientos migraciones		3.63
	O-013	Contaminación del agua	3.44	
	O-017	Alteración del hábitat de las especies nativas	3.39	
	O-018	Alteración del hábitat de la fauna de la zona	3.09	
	O-001	Generación de material particulado	3.02	
	O-003	Generación de polvo	3.02	
O-002	Generación de gases	2.72		
MANTENIMI- ENTO	M-004	Contaminación del agua	4.89	
	M-002	Contaminación del suelo	4.19	
	M-003	Consumo del agua	2.31	
	M-001	Generación de polvo	2.02	

4.4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Para elaborar la propuesta de Plan de Manejo Ambiental se ha considerado las etapas de: (1) construcción; y, (2) operación y mantenimiento. Ello debido a que las etapas de operación y mantenimiento se darán de forma simultánea; además, que los impactos ambientales resultantes son similares.

Se identificaron los impactos ambientales directos e indirectos como positivos y negativos dentro de su ámbito de influencia. Con los resultados obtenidos se elaboraron fichas de diagnóstico para los impactos más significativos en las dos etapas críticas.

4.4.1. Plan de manejo y mitigación de los impactos

Se ha planteado las medidas de mitigación presentadas en la Tabla 16, para la etapa de construcción, y en la Tabla 17, para la de operación y mantenimiento, tomando en cuenta que todos los trabajos de mitigación deben ser realizados durante la fase de construcción de las obras (progresivo) y deben ser cuantificados en los costos del proyecto. En consecuencia, se realizó un presupuesto económico tentativo indicado en el Anexo 3.

Tabla 16: Plan de manejo y mitigación de impactos en la etapa de construcción

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Erosión del suelo
	<ul style="list-style-type: none">• En las zonas donde los suelos son fácilmente erosionables, la limpieza será efectuada en un ancho mínimo compatible con la construcción de las obras, para mantener en la mayor superficie posible, la cubierta vegetal existente, como medida para evitar la erosión.• Evitar el desbroce innecesario de las zonas destinadas a las labores de construcción, vías de acceso e instalaciones temporales.• Para optimizar la recuperación de los suelos se realizarán talleres de capacitación al personal encargado de la remoción del suelo, con objetivo que aprendan técnicas de recuperación y mantenimiento de los suelos.
	Alteración de las propiedades físicas del suelo
	<p>Para la reducción de la compactación de los suelos en superficies no afectadas por el desbroce (por ejemplo la construcción de accesos temporales, playas de estacionamiento de maquinaria, entre otros), se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none">• Controlar la circulación y el uso de las áreas del proyecto por parte de los contratistas.• Escarificar profundamente el subsuelo compactado antes de realizar el reemplazo con material de rehabilitación.• Minimizar el número de pasadas, una vez que un área haya sido rehabilitada.• Controlar la erosión y arrastre de sedimentos.• Dentro de lo posible, construir accesos que no interfieran con la red natural de drenaje.

Contaminación del suelo

Para la reducción de la contaminación de suelo se plantea las siguientes consideraciones a cada uno de los impactos encontrados:

- Control y disposición de los residuos sólidos: desechos orgánicos e inorgánicos.
- Los materiales extraídos se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las áreas de almacenamiento establecidas, garantizando su estabilidad física.
- El material superficial (top soil) removido deberá ser almacenado y protegido para su posterior utilización en otras áreas de siembra.
- Las áreas de trabajo del proyecto serán provistas de cilindros o recipientes plásticos con tapa, manteniendo el código de colores y rotulados para la segregación de residuos de conformidad con la Norma Técnica Peruana 900.058.2005.
- El exceso de materiales (desmonte) debe ser dispuesto en forma uniforme, libre de montículos o depresiones, con pendientes estables que permitan un drenaje adecuado y que concuerden con la topografía circundante.
- Para el control de derrames de hidrocarburos, las máquinas y herramientas deberán contar con la debida revisión técnica; además, de revisar diariamente si existen fugas o daños en los equipos, para evitar derrames. De ocurrir derrames de lubricantes y/o combustibles, serán recolectados de inmediato, con la ayuda de paños absorbentes, waipes, esponjas, etc. luego se retirará una capa superficial del área afectada (>10 cm) y se almacenará en envases herméticamente adecuados para su posterior disposición final.

Contaminación del agua

Sobre la base de los impactos identificados, en cuanto a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, se plantea medidas de manejo para la mitigación de los impactos a suscitarse, de acuerdo a su nivel de significancia. Las medidas de manejo son conceptuales y son consideradas importantes, debido a que deben estar orientadas a:

- Control de aportes de sedimentos y vertimientos: Se prohibirá cualquier tipo de vertimiento de sustancias peligrosas o domésticas en los frentes de trabajo cercanos a cualquier cuerpo de agua existente en la zona. Los residuos líquidos serán almacenados en contenedores o recipientes rotulados para su disposición final.
- Los materiales de construcción residuales no tendrán como receptor final el lecho de algún curso de agua.
- Control estricto en las actividades de mantenimiento y recarga de combustible, evitando se realicen en áreas próximas a cuerpos de agua.
- Cuando se produzca interrupción o alteración de algún cuerpo de agua, por cualquier circunstancia, se restablecerá inmediatamente, mediante el uso de barreras mecánicas para evitar la dispersión de la mancha.
- Durante el tiempo que duren las actividades de campo, se instalarán letrinas o silos temporales, para cada frente de trabajo, con un diámetro no mayor de 50 cm y una profundidad de 1 m. Se instalará una caseta móvil de material liviano y una base de madera o concreto con tapa. Sobre los costados del silo se forzarán con una tapa de 20 cm de material apisonado para efectos de drenaje y sellado, contra moscas.

Incremento de la escorrentía superficial

Debido a que el área de trabajo de las obras civiles está en zonas de ladera, con pendientes pronunciadas, se plantea:

- Evitar el desbroce de vegetación en zonas donde no se realicen obras, evitando dejar áreas expuestas sin cobertura.
- De ser el caso, se construirán zanjas en las laderas, perpendiculares a la pendiente, para evitar la escorrentía y no se efectuará el desbroce en las zonas más bajas, para que actúen como barreras vivas.

Riesgos a la salud y seguridad

La operadora que construirá la obra, debe tener implementado un plan de gestión de seguridad y salud ocupacional donde este implementada una matriz de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos, para cada proceso que conlleve la ejecución total de la obra, un reglamento de seguridad y todo lo concerniente a la ley 29783:

- El personal contratado será dotado de equipo de protección personal, de conformidad con la legislación vigente. El equipo de protección básico consta de: casco, guantes, anteojos de seguridad, mascarillas, tapones auditivos y zapatos de seguridad.
- Antes del desarrollo de cualquier actividad el supervisor de obra brindará a los trabajadores, la información técnica acerca de los riesgos ambientales potenciales del proyecto, que se deben dar en las charlas diarias de cinco minutos.
- Tanto el supervisor de las obras como el especialista ambiental del Programa, realizarán inspecciones periódicas para el cumplimiento de las medidas de control y mitigación establecidas para el proyecto.
- El personal que pertenece a la obra deberá informar sobre las condiciones del área del proyecto (clima, trabajos de mantenimiento, posibles obstáculos).
- Se evitará el ingreso de personas ajenas a la obra, a fin de evitar accidentes tanto para el personal propio de la obra y externos, más aún si se realizan maniobras con equipos pesados.
- Capacitación al personal involucrado en el manejo de normas de seguridad con el fin de que tomen conciencia sobre las responsabilidades en la ejecución de las obras, además se les indicará que nunca deben tocar con las manos enguantadas los ojos, nariz, mucosas o la piel y que se debe evitar llevar anillos, brazaletes u otras joyas bajo los guantes para prevenir desgarros, así como evitar el sobreuso de guantes.
- Se deberá recordar a los trabajadores diariamente no dejar de visualizar y poner en práctica todo lo relacionado con la señalización e información de seguridad que este en exhibición o instalada en el trayecto de las obras.
- Implementación de dispensadores de agua, para el aseo personal de los trabajadores, especialmente para el lavado de manos y otras superficies que hayan estado en contacto con fluidos o sustancias tóxicas, y siempre después de quitarse los guantes. En situaciones especiales se implementará el uso de sustancias antimicrobianas (como alcohol gel). Tras el lavado de manos, se secarán con toallas de papel desechables.
- De ocurrir un incidente, se reportará inmediatamente al supervisor a fin de atender lo ocurrido, analizar las causas y dictar acciones correctivas necesarias para evitar la ocurrencia de situaciones similares
- En caso de lesiones, los trabajadores deberán reportar de inmediato al supervisor de obra. Cubrir heridas y lesiones con apósitos impermeables al iniciar la actividad laboral, a fin de evitar infecciones.

Tabla 17: Plan de mitigación de impactos en la etapa de operación y mantenimiento

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Presencia de vectores y/o plagas
	<p>Para el control de vectores y plagas, se plantea las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manipulación ambiental para lograr condiciones desfavorables para la reproducción de vectores (buenas prácticas agrícolas y uso adecuado de los recursos naturales). • Rotación de cultivos. • Capacitación en el uso adecuado de insecticidas y plaguicidas, para que sean usados como última medida, en caso del aumento de las plagas y vectores. • Manejo adecuado del sistema de riego, para evitar encharcamientos y proliferación de vectores. • Talleres de buenas prácticas de manejo de alimentos, residuos y autocuidado que pueden ser controles efectivos sobre plagas y vectores.
	Incremento de lesiones y/o enfermedades
	<p>Se tomarán las siguientes medidas de control para evitar lesiones y enfermedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener señalizadas las áreas donde se instalarán los almacenes para fertilizantes, empleados para la operación del sistema de riego en las parcelas seleccionadas. • Las personas que tienen contacto con los fertilizantes, incluidos el almacenero, el personal que realiza las aplicaciones, deberá contar con equipos completos de protección personal. • Aprovechar los residuos orgánicos como compost en vez de quemarla.
	Contaminación del suelo
	<p>La generación de residuos en esta etapa es mínima, sin embargo, se podrá mantener los contenedores, en los lugares que se considere pertinente, para la segregación de residuos sólidos generados, cumpliendo con la Norma Técnica Peruana 900.058.2005, y como parte importante de la aplicación de las buenas prácticas, consideradas en el Plan de Capacitación:</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Los residuos orgánicos e inorgánicos, de limpieza y de mantenimiento, deben ser almacenados en recipientes herméticamente adecuados para su disposición final, en coordinación con una empresa recicladora de residuos sólidos (EPS-RS) y el gobierno local, según corresponda.
	Contaminación del agua
	<p>En la etapa de operación, se considera la contaminación del agua como moderada baja, sin embargo, para mitigar la contaminación, se plantea:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Talleres de conservación de la microcuenca, donde se plantee la conservación de la vegetación para evitar erosión y escorrentía superficial, mediante la reforestación con especies nativas y estabilización de cárcavas. • Talleres para el uso adecuado y necesario de plaguicidas e insecticidas. • Disposición adecuada de los insumos químicos, alejados de fuentes de agua. • Control estricto de las actividades de limpieza y mantenimiento del sistema de riego a fin de evitar vertimientos intencionales o accidentales cerca del canal de abastecimiento.
	Incremento de cobertura vegetal
<p>En esta etapa se debe incrementar la cobertura vegetal, en zonas cercanas a las áreas de cultivo, mediante el manejo de pastizales con ichu o pasturas naturales y/o con</p>	

reforestación, con especies nativas (quinual) y/o exóticas (pino) y vigilancia para prevenir la extracción de leña.
Mejoramiento de la eficiencia del recurso hídrico
Se debe garantizar el correcto funcionamiento de todos los componentes del sistema de riego, desde la captación hasta el funcionamiento de los aspersores, para ello se ha elaborado el “ <i>manual de operación y mantenimiento del sistema de riego por aspersión en laderas</i> ”, que se presenta en el Anexo 2.

4.4.2. Plan de monitoreo y seguimiento ambiental del proyecto

Luego de haber realizado el planteamiento de medidas de mitigación, se elaboró el Plan de Monitoreo, basado en los impactos ambientales significativos, con el que se pretende garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Estas medidas están descritas en las Tablas 18 y 19, para la erosión y calidad del agua.

Tabla 18: Plan de monitoreo y seguimiento para el control de la erosión

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la eficiencia de las medidas de prevención y control de procesos erosivos o inestabilidad, durante la construcción y operación del proyecto. • Determinar el grado de recuperación de aquellas áreas sometidas a erosión e inestabilidad. • Verificar el óptimo funcionamiento de las obras de manejo ambiental ejecutadas para la prevención de erosión e inestabilidad.
Impactos asociados	Inestabilidad, erosión y producción de sedimentos, impacto al cual se encuentra asociada la pérdida de cobertura vegetal y suelos, deterioro de hábitats terrestres.
Componentes afectados	Los componentes suelo, vegetación, paisaje, agua y aire, son los componentes ambientales directamente afectados.
Medidas de seguimiento y control	<p>Se utilizará como indicador, el índice de material depositado (IMD) (PSI, 2013), que corresponde a la fracción de los materiales removidos por la construcción, que no es utilizable en la misma obra, y por consiguiente, es necesario trasladar a las zonas de depósito de los materiales excedentes. Indirectamente se medirá el volumen de material erosionado, para ello se requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen del material removido (VMR): Comprende todo tipo de material (descapote, roca, suelo, etc.), proveniente de las excavaciones realizadas en la construcción de las obras, movimiento de tierras, etc. • Volumen de material depositado (VMD): Considera el volumen de materiales excedentes que serán depositados en zonas de acopio. • Volumen de material utilizado (VMU): Corresponde al material que será excavado y reutilizado en las obras para la construcción, adecuación de caminos u otros donde se requiera material. <p>El índice de material depositado se obtiene mediante la siguiente fórmula:</p>

	$IMD = \frac{VMD}{(VMR - VMU)}$ <p>Los valores de $IMD = 1$ Donde: $IMD < 1$ = existencia de impactos negativos, por la no disposición del material en zonas de depósitos o por la erosión debido a la escorrentía superficial o lluvias.</p>
Inicio de monitoreo	El monitoreo se realizará desde el inicio de las actividades de construcción.
Frecuencia	La evaluación de volúmenes removidos y depositados por la construcción se realizará mensualmente, según las medidas de cantidades de obra ejecutadas.
Duración	Durante todo el periodo que dure la construcción de las obras.
Lugares de muestreo	Para la erosión producida por el proyecto se muestreará la excavación de las tuberías de distribución, limpieza de terreno y movimiento de tierras.
Metodología a utilizar	El VMR se obtendrá de las cantidades de obra ejecutadas y medidas a través de los ítems de pago. El VMU se obtendrá de los registros del proceso de construcción. El VMD se obtendrá a partir de los acarreo de material a las zonas de depósito.

Tabla 19: Plan de monitoreo y seguimiento para la calidad del agua

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la eficiencia de las medidas de manejo ambiental ejecutadas para evitar cambios y deterioro de la calidad del agua de las fuentes cercanas a la ejecución del proyecto. • Determinar los cambios fisicoquímicos de las aguas del riachuelo Ucuscancha, río Blanco y otros.
Impactos asociados	Se realiza el monitoreo de la alteración de la calidad de los cuerpos de agua afectados por las obras del proyecto.
Componentes afectados	Los cuerpos de agua que podrían recibir agua contaminada con residuos de grasas y combustibles de la maquinaria y equipos que se trasladen y trabajen dentro del área de influencia del proyecto.
Medidas de seguimiento y control	<p>Se utilizará como indicador las características físico-químicas del agua del riachuelo Ucuscancha y el río Blanco, en el periodo de construcción de la obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El monitoreo debe incluir los siguientes parámetros: temperatura (T°), pH, sólidos totales, sólidos suspendidos, DBO, DQO, OD, CE, coliformes totales y fecales, N amoniacal, N total, Nitratos, Nitritos y metales totales. • Como patrón de comparación se debe utilizar el ECA (D.S. N° 002-2008-MINAM).
Inicio de monitoreo	Desde el inicio de las operaciones.
Frecuencia	El monitoreo debe realizarse trimestralmente.
Duración	Durante todo el periodo de la construcción de las obras.
Lugares de muestreo	Riachuelo Ucuscancha y río Blanco.

4.4.3. Plan de contingencia ambiental

Finalmente, se elaboró el Plan de Contingencias, donde se plantean los lineamientos y acciones para afrontar las situaciones de emergencia, relacionados con los riesgos ambientales y accidentes que pudieran ocurrir durante la etapa de construcción del proyecto; sin embargo, se sugiere que antes de eliminar o reducir se debe prevenir aunque esto no garantice que no ocurran las emergencias. En la Tabla 20 se describe el Plan de Contingencia, para potenciales riesgos de accidentes laborales, vertimiento de combustibles, incendios y alerta de tormentas eléctricas.

Tabla 20: Plan de contingencia en la etapa de construcción

Objetivo	Está dirigido a atender en forma eficaz las eventualidades que podrían ocurrir en el periodo de construcción.
Área geográfica	Aplicado al área de influencia directa del proyecto, en donde se realizará todas las obras de construcción.
Identificación de los riesgos	<p>Principales riesgos potenciales que podrían presentarse durante la etapa de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accidentes laborales. • Vertimientos o derrames de combustibles o aceites. • Posible ocurrencia de incendios. • Alerta de tormentas eléctricas.
Implementación del plan de contingencia	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento: Equipos y materiales de médicos (materiales de auxilio, paramédicos, etc.), equipos de comunicación (radios transmisores – receptores móviles); equipos contra incendios fijos y móviles para vehículos, almacén, patio de máquinas y depósitos donde se almacenen combustibles. • Personal: Equipo de respuesta para afrontar los riesgos detectados. Además de ello, todo el personal de la obra tiene que ser capacitado para saber cómo afrontar los riesgos detectados. El proyecto debe contar con un encargado del Plan de Contingencia, quien estará a cargo de las labores iniciales de auxilio e informará al Jefe de la Supervisión del proyecto. • Sistemas organizados: Implementación de sistemas de alerta entre la empresa constructora y centro de salud, policía, nacional etc., a fin de lograr atención rápida, ante cualquier eventualidad. Cuando el Jefe de Supervisión del proyecto esté al tanto de los acontecimientos, informará a las entidades correspondientes, según sea el caso.

<p>Organización de equipos de respuesta</p>	<p>El contratista debe prever la organización respectiva para dar respuesta ante la ocurrencia de alguna emergencia, para ello deberá realizar la siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de respuesta con responsabilidades definidas. • Equipo deberá hacer simulacros en forma periódica, donde se evaluará la eficiencia de las acciones desarrolladas en una ocurrencia real. • Equipo debe estar capacitado en técnicas de respuestas relacionadas, sobre todo en la asistencia para la vida humana.
<p>Medidas de contingencia a aplicar</p>	<p>Para ocurrencia de incendios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todos deben conocer donde están colocados los equipos contra incendios. • La obra debe contar por lo menos con tres tipos de extintores (PQS, CO₂, H₂O), además estos deben estar colocados en lugares accesibles y que nunca estén interrumpido por objetos. Además, se debe contar con planos de ubicación e íconos claros. • Los materiales inflamables deben estar lejos de fuentes de calor y en recipientes adecuados. • Se debe contar con políticas que prohíba la quema de pastos y residuos sólidos. • Contar con procedimientos para el control de incendios: el personal debe conocer dónde ocurre el incendio y qué tipo de extintor debe utilizar, de no poder sofocarlo al inicio, el contratista debe contar con reservas de arena seca y conocer como apagar el incendio si ocurre en la vegetación, tomando en cuenta dirección de viento, como cortar la continuidad del incendio retirando, y corroborar que esté sofocado para evitar rebrote de fuego. <p>Por accidentes laborales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas preventivas de coordinación, antes del inicio de las obras, con las entidades de salud y contar con equipos de comunicación en los frentes de trabajo y vehículos. • De ocurrir accidentes, prestar los primeros auxilios, trasladar al herido (dependiendo de la situación) al centro de salud más cercano. • En caso de accidentes de tránsito, acatar las normas y disposiciones policiales. <p>En caso de vertimiento de combustible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación del hecho al área de contingencia. • En caso de derrame de vehículos, proceder a lo indicado en el plan de manejo de impactos para contaminación de suelo. <p>En caso de tormentas eléctricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las edificaciones, en áreas de riesgo de tormentas eléctricas, deben tener diseños de protección con pararrayos. • Cada área debe definir procedimientos específicos para situaciones de tormentas eléctricas, en trabajos dentro de edificios y fuera de ellos. • Cuando se desate una tormenta eléctrica y haya personal trabajando al aire libre debe suspenderse el trabajo hasta que la tormenta haya terminado. • Todo el personal que labore en áreas de riesgo de tormentas eléctricas debe estar entrenado en los procedimientos para casos de tormenta eléctrica.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. En la etapa de identificación, se han obtenido 59 impactos ambientales, tanto positivos como negativos. Los impactos ambientales están divididos en dos impactos ambientales para la etapa de pre construcción, 26 impactos ambientales para la etapa de construcción y 31 impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento; siendo los componentes más afectados la atmósfera, el suelo y el socioeconómico (humano).
- 5.2. De la valoración se obtiene que los impactos ambientales negativos significativos se encuentran en la etapa de construcción, haciendo un total de 23 impactos negativos, de los cuales dos son severos, 19 moderados y dos irrelevantes, y los impactos ambientales positivos son característicos de la etapa de operación y mantenimiento, donde se obtuvieron 17 impactos positivos.
- 5.3. Los impactos ambientales negativos significativos obtenidos son la erosión del suelo y los riesgos de accidentes, ambos pertenecientes a la etapa de construcción; y los impactos ambientales positivos significativos son la eficiencia en el uso del agua, la mejora del rendimiento del cultivo y el incremento en la intensidad del cultivo, todos dentro de la etapa de operación.
- 5.4. Para minimizar los impactos ambientales negativos y maximizar los positivos significativos, se ha propuesto un Plan de Manejo Ambiental, que plantea medidas de control para las etapas de construcción y operación y mantenimiento, en las que se consideró como principales puntos, la capacitación en talleres de conservación de la microcuenca, además de medidas de monitoreo y control de la erosión, calidad de agua y riesgos de accidentes.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Para que las comunidades de Ucuscancha, Shullapamarca y Calzada mantengan una correcta operatividad de todos los componentes del sistema de riego, desde la captación hasta el funcionamiento de los aspersores, se recomienda el uso del *“Manual de operación y mantenimiento del sistema de riego por aspersión en laderas”*.
- 6.2. La siembra de los cultivos debe realizarse mediante surcos en contorno, de tal forma que se mejore la infiltración del agua y se controle la erosión del suelo, cuando ocurran lluvias.
- 6.3. Para el incremento de la cobertura vegetal, en zonas cercanas a las áreas de cultivo, debe realizarse el manejo de pastizales de ichu o pasturas naturales y/o por medio de reforestación con especies nativas (quinual) y/o exóticas (pino).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arboleda, J. 2008. Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín. 132 p.

Bazán, E. 2005. Diseño, operación y mantenimiento del sistema de riego por aspersión en la comunidad de Misca, Provincia de Paruro, Departamento de Cuzco. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola. UNALM. Lima.

Buroz, E. 1994. Métodos de evaluación de impactos. En: II Curso de Postgrado sobre Evaluación de Impactos Ambientales. La Plata. Ed. FLACAM. 63 p.

Conesa, V. 1993. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed Mundi– Prensa. Madrid. 63 p.

Conesa, V. 1997. Los instrumentos de gestión ambiental en la empresa. Ed. Mundi-Prensa. Ed. rev. Madrid. 535 p.

Correa, E. 1999. Impactos socioeconómicos de grandes proyectos. Evaluación y manejo. Ed. Fondo FEN. 1ª ed. Colombia. 498 p.

Dechmi, F. y Skhiri, A. 2011. "Impact of sprinkler irrigation management on the Del Reguero river (Spain) I: Water balance and irrigation performance". Soil and Irrigation Department, Agrifood Research and Technology Centre of Aragón. Zaragoza.

DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2009. Resultados de los monitores realizados a los recursos hídricos en la cuenca del río Rimac. Lima. 56 p.

Enkerllin, H., Cano, E., Garza, G. y Vogel, G. 1997. Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. Ed. International Thompson. 1ª ed. México. 690 p.

Espinoza, G. 2002. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Ed. Banco Interamericano (BID) y Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago de Chile. 259 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1983. La evaluación de impactos en el medio ambiente, y el desarrollo agrícola. Ed. IT. Roma.

FONCODES. 2006. Mapa de pobreza departamental, provincial y distrital. Lima.

Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ed Mundi Prensa. Madrid. 2^{da} ed.pag 325-342.

Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de siego. Ed. IICA. 1^a ed. San José. 433 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2007. Censo Nacional, XI de Poblacion y VI Vivienda. Lima.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2012. Resultados definitivos, IV Censo Nacional Agropecuario. Lima pág. 62 p.

ISO 14001. 2004. Norma internacional - Sistema de Gestion Ambiental. International Standard Organization.

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B. y Balsey, J. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Ed. Geological Survey Circular 645. Washington. 13 p.

Lloré, I. y Rodriguez, S. 2005. Evaluación de impactos ambientales del proyecto de riego Ambuqui. Tesis. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. 136 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2012. Plan estrategico sectorial multianual. Lima. 123 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2014. Operacion y mantenimiento del sistema de riego por aspersión en laderas. Programa Subsectorial de Irrigación. Manual Técnico N°1. Lima. 28 p.

Municipalidad Provincial de Huarochiri. 2015. Mejoramiento del sistema de riego en los sectores de Ucuscancha, Shullupamarca, Calzada. S.ed. Lima. 86 p.

PSI (Programa Subsectorial de Irrigaciones). 2013. Mejoramiento de la infraestructura de riego mediante el sistema de regulación de las aguas del río Acarí. Obra Acarí-Bella Unión. II Etapa de construcción de la represa Iruro. Ed. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima. 447 p.

Saldarriaga V., J. G. (2001). Hidráulica de tuberías. 1ª ed. Vol. I. Ed. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogota. 585 p.

Sánchez, A. 2013. "La importancia del riego en la agricultura". Diario El Universo.

Soto, J. 2002. Manual para el diseño y gestión de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas. Proyecto de manejo sostenible de suelos y agua en laderas. 157 p.

Tarjuelo, J. 1999. El riego por aspersión y su tecnología. Ed. Mundi Prensa. 2ª ed. 569 p.

Vásquez, A. 2010. Principios básicos del riego. Ed. FIRMART S.A.C., Lima. 265 p.

Weitzenfeld, H. 1999. Manual básico sobre la evaluación de impacto en el ambiente y la salud de acciones proyectadas. Ed. Centro Panamericano de ecología y salud humana. 2ª ed. México. 198 p.

Zegarra, E. y Orihuela, J. 2005. "La agenda pendiente en el sector agricultura. Informe final". Informe de consultoría para el Proyecto Crecer. Lima. Pág. 26.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: ACCIONES SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS (ASPI) EN EL PROYECTO DE RIEGO

ETAPA	RECURSOS	ACCIONES	ASPECTO AMBIENTAL
PRE	Mano de obra (operarios).	Generación de oferta de trabajo	Generación de expectativas de la población.
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (equipo topográfico, herramientas manuales y mezcladora). • Mano de obra. • Insumos (gasolina, cemento, arena gruesa, hormigón, piedra chancada, cal, madera, clavos, alambre, calamina, cables, accesorios eléctricos y agua). 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de oficina provisional, almacén y caseta de guardianía • Operación de equipos. • Nivelación y relleno. • Transporte y acarreo. • Carpintería metálica y de madera. • Obras de concreto simple para losa. • Instalación de servicios higiénicos. • Instalación del servicio eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de polvo, ruido, vibraciones y CO₂. • Generación de desechos orgánicos. • Cambio de la estabilidad del suelo. • Generación de residuos sólidos y líquidos (mezclas de concreto, restos de: madera, envases de productos químicos, clavos, alambres y cables). • Cambio en el paisaje. • Interés social. • Posible alteración del hábitat de la fauna. • Posibles molestias a personas de la comunidad.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Maquinaria (motoniveladora, retroexcavadora, cargador frontal y tractor oruga). • Mano de obra (operarios). • Insumos (combustible y agua). 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte y movilización de equipos y maquinarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de polvo, ruido, vibraciones y CO₂. • Generación de desechos orgánicos e inorgánicos. • Generación de residuos peligrosos (envases de combustible). • Posible derrame de combustible. • Compactación del suelo. • Afectación temporal de la fauna del lugar. • Posibles molestias a personas de la comunidad.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Maquinaria (motoniveladora, retroexcavadora, cargador frontal y tractor oruga). • Mano de obra (operarios). • Insumos (combustible y agua). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de caminos de acceso. • Operación de equipos. • Corte y relleno. • Compactación. • Transporte de material excedente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, vibraciones, CO₂. • Generación de residuos orgánicos. • Generación de residuos inorgánicos (derrame de combustible y trapos contaminados con combustible). • Compactación del suelo

		<ul style="list-style-type: none"> • Interés social.
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Mano de obra (operarios). • Insumos (pintura, esmalte sintético, cal hidratada y agua). 	<ul style="list-style-type: none"> • Trazo y replanteo parcelario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible derrame de insumos contaminantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Maquinarias (motoniveladora, retroexcavadora, cargador frontal y tractor oruga). • Mano de obra (operarios). • Insumos (combustible, lubricantes y agua). 	<p>Movimiento de tierras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excavación, relleno y compactado de zanjas para tuberías. • Operación de maquinaria. • Carga, transporte y disposición de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, vibraciones, CO₂. • Generación de residuos orgánicos e inorgánicos (envases no contaminados). • Generación residuos peligrosos (envases de combustible, lubricantes, trapos u otros elementos contaminados con combustible o derivados). • Exposición de suelo a la intemperie. • Cambio en el paisaje. • Cambio de las propiedades de drenaje del suelo. • Posible alteración en el nivel freático. • Remoción de cobertura vegetal. • Afectación temporal en la flora y fauna del lugar. • Molestias a personas de la comunidad. • Generación de sedimentos.
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales, vibradora, amoladora, mezcladora de concreto y martillo neumático). • Mano de obra (operarios). • Insumos (cemento portland, arena gruesa, hormigón, piedra chancada, piedra mediana, cal, madera, clavos, alambre, acero de refuerzo, aditivos químicos, 	<p>Obras civiles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de tierras. • Obras de concreto armado. • Colocación de juntas de dilatación y contracción. • Carpintería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, vibraciones, CO₂. • Generación de residuos orgánicos (madera). • Generación de residuos inorgánicos (alambres, clavos, mezcla de concreto, concreto sólido, discos de corte, viruta metálica, tecnopor, espuma de polyolefina, envases de productos químicos, acero, etc.). • Generación de residuos peligrosos (envases de combustible, trapos u otros contaminados con hidrocarburos o derivados).

	anticorrosivos y agua).		<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del paisaje. • Compactación del suelo. • Cambio en las propiedades de drenaje del suelo. • Afectación temporal en la fauna. • Molestias a personas de la comunidad. • Interés social.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Mano de obra (operarios). • Maquinaria (volquetes). • Insumos (tuberías de PVC). 	<p>Distribución y tendido de tuberías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado de materiales. • Colocación de las tuberías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo y CO₂. • Generación de residuos inorgánicos (restos de PVC, alambres, cintas, etc.). • Generación de residuos peligrosos (envases de pegamentos y aditivos). • Posible derrame de aditivos, pegamentos, etc.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Mano de obra (operarios). • Maquinaria (volquetes). • Insumos (afirmado y agua). 	<p>Relleno y compactado de zanjas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado de materiales. • Colocación de materiales. • Relleno y compactado de zanjas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, CO₂ y vibraciones. • Generación de residuos inorgánicos. • Generación de residuos peligrosos (envases de pegamentos, aditivos). • Cambio de las propiedades de drenaje del suelo. • Compactación del suelo. • Generación de molestias.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Mano de obra (operarios). • Maquinaria (volquetes). • Insumos (gasolina, lubricantes y agua). 	<p>Eliminación de materiales excedentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado de materiales. • Colocación de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, CO₂ y vibraciones. • Generación de residuos orgánicos. • Generación de residuos peligrosos (envases de combustibles y lubricantes, material contaminados con hidrocarburos y lubricantes). • Generación de lixiviados. • Alteración del paisaje natural.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra (operarios). • Maquinaria (tractor de oruga, 	<p>Operación de maquinarias y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado de equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, CO₂, vibraciones.

	<p>retroexcavadora, cargador frontal motoniveladora y volquetes).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insumos (gasolina, lubricantes y agua). 	<ul style="list-style-type: none"> • Operación de equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos peligrosos (envases de combustibles y lubricantes, materiales contaminados con hidrocarburos etc.). • Posible derrame de combustibles. • Compactación del suelo. • Posibles conflictos sociales. • Interés social.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Maquinarias (camionetas). • Mano de obra (operarios). • Insumos (filtro de malla, hidrómetro, válvula de aire y alivio, tubería PVC – UF y SP, lubricante para tubería, accesorios de PVC, pegamento para PVC, válvulas de PVC, mangueras de polietileno, aspersores, cemento portland, arena gruesa, hormigón, piedra chancada, piedra mediana, cal, madera tornillo, clavos, alambre, acero de refuerzo y agua). 	<p>Instalación del sistema de riego:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalación de tuberías y accesorios. • Instalación de válvulas de control de campo. • Obras de concreto armado. • Carpintería metálica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, CO₂ y vibraciones. • Generación de residuos inorgánicos (restos de tuberías, mangueras, aspersores y acero). • Residuos peligrosos (envases químicos, pegamento material contaminado con químicos, lubricantes de tubería y otros). • Interés social.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos (herramientas manuales). • Maquinarias (camioneta adecuada). • Mano de obra (operarios). • Insumos (cilindros rotulados). 	<p>Generación de residuos y efluentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación de maquinarias. • Traslado de los residuos. • Disposición de los residuos sólidos y líquidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de material particulado. • Generación de ruido, polvo, CO₂. • Generación de olores. • Desechos orgánicos. • Alteración del paisaje. • Lixiviación.

ETAPA	RECURSOS	ACCIONES	ASPECTO AMBIENTAL
OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Mano de obra (operarios). Insumos (agua). 	Manipulación de la captación, línea de conducción y los reservorios	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de agua. Generación de residuos sólidos.
	<ul style="list-style-type: none"> Mano de obra (operarios). Insumos (agua). 	Manipulación de cajas repartidoras, las válvulas y las llaves de paso	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de agua. Generación de residuos sólidos.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operarios). Insumos (agua y abono). 	Preparación del suelo para el cultivo	<ul style="list-style-type: none"> Generación del polvo. Generación de gases. Generación de residuos orgánicos e inorgánicos. Exposición del suelo a la intemperie. Cambio de las propiedades de drenaje del suelo. Interés social. Alteración del paisaje. Perturbación en la fauna del lugar.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operarios). Insumos (agua y semillas). 	Siembra	<ul style="list-style-type: none"> Generación del polvo. Generación de residuos orgánicos. Generación de residuos inorgánicos. Cambio de las propiedades físicas del suelo. Alteración del paisaje. Alteración de la cobertura vegetal. Perturbación en la fauna del lugar. Interés social.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operarios). Insumos (fertilizantes, plaguicidas e insecticidas). 	Aplicación de insumos químicos	<ul style="list-style-type: none"> Generación de material particulado. Posible cambio de las propiedades del suelo. Potencial acumulación de fertilizantes en el suelo. Potencial derrame de fertilizantes. Potencial cambio en la calidad de las aguas subterráneas y/o superficiales. Intereses sociales. Posible generación de enfermedades de salud. Potencial perturbación en la flora y fauna del lugar.

	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operador del sistema de riego). Insumos (agua). 	Operación del sistema de riego	<ul style="list-style-type: none"> Descarga controlada de agua. Potencial alteración de las propiedades del suelo. Alteración de la cobertura vegetal. Interés social.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra. Insumos (costales, cajas, etc.). 	Cosecha	<ul style="list-style-type: none"> Generación de residuos orgánicos. Generación de residuos inorgánicos. Obtención de productos.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra. Insumos (residuos orgánicos). 	Post cosecha	<ul style="list-style-type: none"> Generación de material particulado. Generación de gases (CO₂ y NO_x). Generación de residuos orgánicos e inorgánicos. Posible generación de enfermedades de salud.
MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operador del sistema de riego). Insumos (agua, cloro, anticorrosivos, pegamentos para PVC y accesorios). 	Mantenimiento tuberías y reservorios	<ul style="list-style-type: none"> Generación polvillo. Generación de residuos orgánicos. Generación de residuos inorgánico (envases, trapos, accesorios malogrados). Generación de residuos peligrosos (envases contaminados con químicos). Generación de efluentes.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operador del sistema de riego). Insumos (lubricantes y accesorios). 	Mantenimiento de equipos de fertilización	<ul style="list-style-type: none"> Generación de residuos inorgánico (envases, trapos y residuos de PVC). Generación de residuos peligrosos (envases contaminados con fertilizantes, lubricantes, etc.). Generación de efluentes.
	<ul style="list-style-type: none"> Equipos (herramientas manuales). Mano de obra (operador del sistema de riego). Insumos (lubricantes, grasas accesorios de PVC y pegamentos para PVC). 	Mantenimiento del sistema de riego	<ul style="list-style-type: none"> Generación de residuos orgánicos. Generación de residuos inorgánico (envases, trapos y residuos de PVC). Generación de residuos peligrosos (envases contaminados con lubricantes, pegamentos, etc.). Generación de efluentes.

ANEXO 2: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERAS

1. Captación

Operación: Antes de iniciar la operación se debe limpiar las paredes de la captación con escobilla y agua con cloro, para luego abrir la válvula para que el agua pase a la línea de conducción.



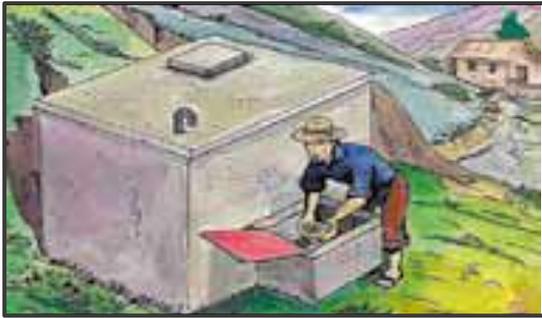
Mantenimiento: Todas las semanas verificar que la captación este limpia, de no ser así: cerrar la compuerta de ingreso, limpiar totalmente la cámara de recolección, sacar todo el barro acumulado, revisar el funcionamiento de la válvula de salida y cada tres meses limpiar la maleza que se encuentre alrededor de la toma.

2. Línea de conducción:

Operación: Para su puesta en funcionamiento por primera vez, es necesario tomar precauciones que eviten la disminución o la interrupción del caudal y la rotura de tubos, debido a la presencia de aire, por la sobrepresión o vacío. Así como desinfectar la tubería con una mezcla de agua con cloro y mantener la mezcla por 04 horas, para luego expulsarla a través de la válvula de purga, que debe cerrarse cuando no se sienta el olor a cloro.

Mantenimiento: Para verificar su correcto funcionamiento, debe recorrerse toda la línea de conducción y observar si existen filtraciones; si existiera roturas, proceder a cambiar inmediatamente el tramo averiado; no se debe realizar reparaciones improvisadas o temporales; comprobar el buen funcionamiento de toda la línea, antes de tapar la zanja; si fuera necesario se deben levantar muros de contención, a fin de proteger la tubería.

3. **Reservorio:** Su operación consiste en abrir y cerrar las compuertas de derivación.



Mantenimiento:

- Mensualmente, limpiar los riachuelos y acequias cercanos, cuyos desbordes puedan dañar el reservorio.
- Cada 06 meses realizar la limpieza del reservorio (desinfección); proteger las válvulas con engrasado y pintura anticorrosiva.
- Si se observa válvulas con fugas, deben ser cambiadas.

La apertura y cierre de todas las válvulas debe hacerse de forma gradual, para evitar la cavitación (rotura por sobrepresión).

4. **Línea de distribución:** Cada cierto tramo, cuando la presión en la línea de distribución es fuerte, se tiene cámaras rompe-presión, para bajar la presión a cero.



Mantenimiento: Recorrer toda la línea y verificar su correcto funcionamiento; si existen filtraciones, o roturas, se debe cambiar (limpiar el tubo exterior e interior, hacer campana en uno de los lados, echar pegamento y unir), si es necesario se deben levantar muros de contención a fin de proteger la tubería y rellenar la zanja, si la tierra se ha erosionado.

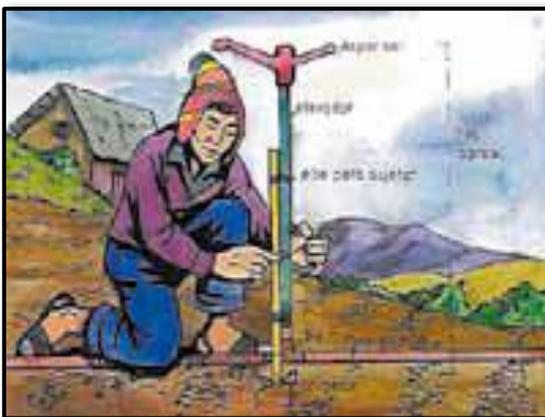
5. **Válvulas de control:** estas pueden ser de compuerta, retención, corte, control, ventosas (permite expulsar el aire), purga (permite expulsar sedimentos) y llaves de paso.



Mantenimiento:

- Periódicamente se deben lubricar y engrasar las válvulas, así como pintar las tapas metálicas que las protegen.
- Válvulas de aire: cuando estas están obstruidas por sedimentos, se debe realizar un purgado en toda la red de tubería.
- Válvula de purga: antes de cada aplicación de riego se debe efectuar el purgado, en las válvulas ubicadas al final de la línea de distribución, para que los sedimentos y desechos sean expulsados.

6. **Línea móvil de riego**



Operación: Consiste en armar la línea de riego con cuidado, evitando doblar la manguera, y colocar los accesorios para montar los aspersores. Antes de colocar la línea de riego al hidrante, se debe hacer purgado y también al terminar el riego; se debe evitar el ingreso de tierra dentro de la manguera.



Mantenimiento: Se debe comprobar, periódicamente, que la línea de riego y sus accesorios, estén en buen estado; de lo contrario, determinar con precisión la naturaleza de los daños; así como, los repuestos y las herramientas necesarias, para la reparación.

7. Aspersor de riego:



Operación: Consiste en el montaje sobre la línea de riego, del elevador, hasta una altura por encima del follaje del cultivo, y de los aspersores; es necesario revisar la estabilidad del trípode. Si algún aspersor se encuentra obstruido, sacar su boquilla y limpiarla.



Mantenimiento:

- Cambiar las boquillas cada vez que se desgasten, por lo general, cada 02 años.
- Las juntas de goma se deben cambiar cada 02 años.
- Cuando se termine la temporada de riego se debe revisar y ajustar el resorte, ya que puede sufrir estiramiento.
- Cuando los extremos de la manguera se deterioran, se debe cortar el pedazo gastado a fin de evitar la fuga de agua.

ANEXO 3: PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

1. Presupuestos de Plan de Manejo Ambiental

Ítem	Descripción	Unid	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Total
1.00	DESARROLLO DE CAPACIDADES					57,899.70
1.01	Programa de Capacitación ambiental	Taller	4.00	3,077.54	12,310.16	
1.02	Manejo de residuos sólidos y efluentes	Módulo	3.00	3,350.00	10,050.00	
1.03	Implementación del Plan de Monitoreo y Seguimiento ambiental	Monitoreo	1.00	23,140.00	23,140.00	
1.04	Implementación del Plan de Contingencia Ambiental	Evento	1.00	12,399.54	12,399.54	

1.1. Análisis de costos unitarios

Partida 1.01

Programa de Capacitación ambiental

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precios		Subtotal
				Unitario	Parcial	
MATERIALES						
Papel bond 80 gr	millar		1.00	25.00	25.00	
Cartulina	unidad		10.00	0.50	5.00	
Plumones	unidad		3.00	5.00	15.00	
Masking tape	unidad		1.00	1.50	1.50	
Lapiceros	ciento		100.00	1.00	100.00	
Refrigerios	unidad		120.00	3.50	420.00	
Polos del Proyecto	unidad		25.00	6.00	150.00	
Trípticos	millar		0.17	500.00	85.00	
Afiches	millar		0.17	600.00	102.00	
Gigantografía	unidad		0.17	150.00	25.50	
Banderola	unidad		0.17	150.00	25.50	
Folders A4 con fasteres	unidad		150.00	1.00	150.00	
Manual	unidad		12.50	10.00	125.00	
Certificados	cientos		6.52	2.00	13.04	
						1,242.54
MANO DE OBRA						
Expositor	día	1.00	1.00	500.00	500.00	
Asistente exposición	día	1.00	1.00	100.00	100.00	
						600.00
MAQUINARIAS Y EQUIPOS						
Botiquín de primeros auxilios	unidad		0.33	485.00	160.05	
Carteles ambientales	unidad		2.50	160.00	400.00	
Alquiler de computadoras	serv/mes		1.00	200.00	200.00	
Proyectores	serv/mes		1.00	150.00	150.00	
						1235.00
Total						3,077.54

Partida 1.02**Manejo de residuos sólidos y efluentes**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precios		Subtotal
			Unitario	Parcial	
MAQUINARIAS Y EQUIPOS					
Instalación de contenedores de residuos sólidos diferenciado por colores	Unidad	7.00	350.00	2,450.00	
Instalación de Letrinas sanitarias	Unidad	2.00	450.00	900.00	
					3,350.00
Total					3,350.00

Partida 1.03**Implementación del Plan de Monitoreo y Seguimiento ambiental**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precios		Subtotal
				Unitario	Parcial	
MATERIALES						
Papel bond	millar		1.00	25.00	25.00	
Lapiceros	unidad		5.00	1.00	5.00	
CD	ciento		0.20	50.00	10.00	
						40.00
MANO DE OBRA						
Ingeniero Especialista de aguas	mes	1.00	1.00	4,000.00	4,000.00	
Ingeniero Especialista de suelos	unidad	1.00	1.00	4,000.00	4,000.00	
Asistentes	unidad	2.00	1.00	2,500.00	5,000.00	
Movilización	mes		1.00	500.00	500.00	
						13,500.00
MONITOREO						
Monitoreo de calidad del agua	muestra/semana		7.00	600.00	4,200.00	
Monitoreo de calidad del suelo	muestra/semana		10.00	500.00	5,000.00	
						9,200.00
MAQUINARIAS Y EQUIPOS						
Alquiler de computadoras	Servicio/mes		2.00	200.00	400.00	
						400.00
Total					23,140.00	

Partida 1.04**Implementación del Plan de Contingencia Ambiental**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precios		Subtotal
				Unitario	Parcial	
MATERIALES EXPOSICIÓN						
Papel bond 80 gr	millar		1.00	25.00	25.00	
Cartulina	unidad		10.00	0.50	5.00	
Plumones	unidad		3.00	5.00	15.00	
Masking tape	unidad		1.00	1.50	1.50	
Lapiceros	ciento		100.00	1.00	100.00	
Refrigerios	unidad		120.00	3.50	420.00	
Certificados	ciento		6.52	2.00	13.04	
						579.54
MANO DE OBRA						
Expositor	día	1.00	1.00	600.00	600.00	
Asistente exposición	día	1.00	1.00	100.00	100.00	
Brigada de emergencia ²	unidad	1.00	1.00	120.00	120.00	
						820.00
MAQUINARIAS Y EQUIPOS						
Equipo contra incendios ³	unidad		6.00	600.00	3,600.00	
Equipo de comunicaciones ⁴	unidad		4.00	250.00	1,000.00	
Vehículo de desplazamiento rápido	unidad		1.00	4,000.00	4,000.00	
Equipos de emergencia contra accidentes ⁵	unidad		3.00	800.00	2,400.00	
						11,000.00
Total						12,399.54

² Brigada conformada por 4 personas.

³ Conformado por: extinguidor, picos, uniformes, cascos

⁴ Radios

⁵ Conformado por: botiquín, camilla, balones de oxígeno, etc.

ANEXO 4: GALERÍA DE FOTOS



Fotografía 1: Vista panorámica del sector de riego Shullapamarca



Fotografía 2: Área de cultivo del sector Shullapamarca



Fotografía 3: Área de cultivo del sector Shullapamarca



Fotografía 4: Áreas sembradas con cultivo de papa.



Fotografía 5: Vista lateral de sembrío del sector Calzada



Fotografía 6: Vista panorámica del sector Calzada

ANEXO 5: PLANOS DE ESQUEMAS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO