



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE
LA CONSTRUCCIÓN**

**Influencia de la estacionalidad de ríos altoandinos en la gestión de
riesgos para la construcción, presa derivadora Huayrapongo-
Cajamarca 2022**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción

AUTOR:

Vásquez Ramírez, Luis (orcid.org/0000-0001-8861-7889)

ASESOR:

Mg. Rodríguez Beltrán, Eduar José (orcid.org/0000-0002-9289-9732)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi madre Pety en el cielo, a mi esposa Lali y a mis hijos Ana Sophia y Luis Ángel, por el amor explícito e implícito que se ha convertido en el ingrediente que impulsa mi vida en lo personal e intelectual.

Agradecimiento

A mis docentes de la maestría por su paciencia y apertura para compartir sus conocimientos, un agradecimiento especial a mis colegas ingenieros quienes me han apoyado en la ejecución de este trabajo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos	20
Tabla 2 Esquema de calificación de la matriz de probabilidad e impacto	25
Tabla 3 Probabilidad de ocurrencia de eventos Lluvias y Tirantes en la estación SECA. .	30
Tabla 4 Probabilidad de ocurrencia de eventos Lluvias y Tirantes en la estación LLUVIOSA.	31
Tabla 5 Proceso de planificación de la gestión de riesgos en la etapa de planificación de la construcción.....	32
Tabla 6 Riesgos que fueron identificados en la etapa de planificación de la construcción.	35
Tabla 7 Análisis cualitativo de los Riesgos intrínsecos en el proyecto para su ejecución en estación seca.	36
Tabla 8 Análisis cualitativo de los Riesgos intrínsecos en el proyecto para su ejecución en estación lluviosa.....	36
Tabla 9 Categoría de Probabilidad de los Riesgos en el proyecto.....	38
Tabla 10 Grado de impacto de los Riesgos en el proyecto.....	38
Tabla 11 Presupuesto de obra propuesto en la planificación para la construcción de la presa derivadora Huayrapongo - Cajamarca.....	39
Tabla 12 Cuantificación del costo esperado por entregable según estructura de desglose de entregables (EDT) – estación seca.	40
Tabla 13 Cuantificación del costo esperado por entregable según estructura de desglose de entregables (EDT) – estación lluviosa.	42
Tabla 14 Riesgos residuales según la planificación de respuesta a cada riesgo en estación seca.	45
Tabla 15 Riesgos residuales según la planificación de respuesta a cada riesgo en estación lluviosa.....	45

Índice de figuras

Figura 1	Planificación de la gestión de riesgos.....	21
Figura 2	Proceso para identificar los riesgos.....	22
Figura 3	Análisis cualitativo de los riesgos.	23
Figura 4	Análisis cuantitativo de los riesgos.....	23
Figura 5	Planificar la respuesta a los riesgos.	24
Figura 6	Entorno de la presa derivadora Huayrapongo - Cajamarca.....	26
Figura 7	Precipitaciones máximas en 24 horas para la estación A. Weberbauer – Cajamarca.....	27
Figura 8	Tirantes promedio en el río Cajamarquino en la estación Jesús-Túnel – Cajamarca.....	27
Figura 9	Estadísticos de la simulación de costos en software @Risk para estación seca	40
Figura 10	Probabilidad de llegar al presupuesto base y costo estimado al 95% de certeza en estación seca.	41
Figura 11	Contribución a la varianza según el tipo de entregable - estación seca.....	41
Figura 12	Probabilidad de llegar al presupuesto base y costo estimado al 95% de certeza en estación lluviosa.	42
Figura 13	Contribución a la varianza según el tipo de entregable - estación lluviosa.	43
Figura 14	Valoración de los riesgos intrínsecos para estación seca y lluviosa.	47
Figura 15	Valoración de los riesgos residuales para estación seca y lluviosa.	47
Figura 16	Valoración de los riesgos intrínsecos (primera columna) y residuales (segunda columna) - estación seca.	48
Figura 17	Valoración de los riesgos intrínsecos (primera columna) y residuales (segunda columna) - estación lluviosa.	48

Resumen

La presente investigación fue orientada a la determinación de la influencia de la estacionalidad de los ríos altoandinos en la gestión de riesgos para la etapa de planificación de la construcción de presas derivadoras que son emplazadas en este tipo de lechos, se ha considerado como caso de estudio la presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino, la gestión de riesgos aplicada se fundamentó en los principios y enfoques de la metodología PMI ilustradas en la guía del PMBOK, los resultados obtenidos del análisis cualitativo y cuantitativo para las condiciones de estación seca y lluviosa refieren que tanto en los riesgos intrínsecos como en los residuales la estacionalidad influye notablemente, pues para los riesgos intrínsecos se obtuvo una valoración máxima de 0.20 y 0.70 para las estaciones seca y lluviosa respectivamente; mientras que para los riesgos residuales dicha valoración se reduce hasta 0.03 y 0.6 respectivamente. En tal sentido podemos concluir que la estacionalidad de los ríos altoandinos influye en forma directa sobre los objetivos del proyecto referidos a los costos, tiempos y calidad de sus componentes con costos de contingencia por incertidumbres que se incrementan hasta cinco veces más para estación lluviosa con respecto a la estación seca.

Palabras clave: Gestión de riesgo, Construcción, presa derivadora, ríos estacionales.

Abstract

The present investigation was oriented to the determination of the influence of the seasonality of the high Andean rivers in the risk management for the planning stage of the construction of diversion dams that are located in this type of beds, it has been considered as a case study. the Huayrapongo diversion dam on the Cajamarquino river, the applied risk management was based on the principles and approaches of the PMI methodology illustrated in the PMBOK guide, the results obtained from the qualitative and quantitative analysis for the dry and rainy season conditions refer that In both intrinsic and residual risks, seasonality has a notable influence, since for intrinsic risks a maximum value of 0.20 and 0.70 was obtained for the dry and rainy seasons, respectively; while for residual risks, said assessment is reduced to 0.03 and 0.6, respectively. In this sense, we can conclude that the seasonality of the high Andean rivers has a direct influence on the project objectives related to the costs, times and quality of its components with contingency costs due to uncertainties that increase up to five times more for the rainy season with respect to to the dry season.

Keywords: Risk management, Construction, diversion dam, seasonal rivers.

I. INTRODUCCIÓN

Las presas derivadoras de agua superficial se construyen con la finalidad de derivar un caudal de agua de un cauce natural, necesaria para un determinado uso, como abastecimiento de agua potable, centrales hidroeléctricas y principalmente para irrigación, sin embargo son susceptibles a riesgos en la salud y seguridad durante las actividades de construcción, al igual que otras obras de ingeniería, con la diferencia que éstas se deben construir en lechos de ríos estacionales cuyo caudal puede variar de forma brusca e intempestiva que pone en peligro a los trabajadores con eventos no convencionales muy aleatorizados y singulares por la presencia de lluvias que generan una sobreexposición de los trabajadores y las estructuras a peligros o amenazas que pueden afectar su integridad ante la acción de crecidas durante la construcción de sus componentes. Ante ello Defensa Civil presenta su compendio estadístico del año 2020 e indica que las emergencias y daños ocurridos en el Perú de acuerdo al fenómeno natural durante el periodo 2003-2019 están generados por los fenómenos de más frecuentes como son las lluvias con 22 mil 603 eventos, seguido de los incendios con 21 mil 320, (Indeci, 2020).

Carcaño y Chagoyán (2013), describe la importancia que relación a la conducta de los seres humanos y los riesgos en seguridad y la salud en los ambientes laborales, dejando constancia que la industria de la construcción reporta muchos de estos casos e indica que éstos constituyen un problema más que todo social, además hace referencia que los daños a los trabajadores se produce en este rubro más que en otras áreas de la producción.

Para Ghorbanalipour (2018), la selección e implementación del proyecto con el menor riesgo puede generar ahorros económicos, uso óptimo de los recursos, aumento de la productividad, control de inundaciones y suministro de agua potable, agricultura e industria. Pues sus resultados de su investigación, determinaron que el factor "factores humanos" en la probabilidad de ocurrencia y resultado en la categoría de severidad del riesgo tienen el puntaje más alto entre los indicadores relacionados con el análisis de los factores de riesgo de proyectos de construcción de represas.

Es obligatorio que todas las empresas u organizaciones operadoras de presas derivadoras proporcionen un entorno de trabajo seguro para sus trabajadores y subcontratistas. En consecuencia, la salud y seguridad ocupacional (SSO) es un problema importante para las empresas debido principalmente al temor a ser procesadas (Lin y Mills, 2001).

Para Hurtado y Moran (2015), en la actualidad se hace necesario poner mayor atención a los riesgos que generan incertidumbres en los proyectos de construcción, en tal sentido la inseguridad en los procesos constructivos y los bajos niveles de coordinación por la poca comunicación en los procesos y actividades generan comúnmente el incumplimiento de las metas programadas en una obra, indica también que al controlar mejor los riesgos en la etapa de planificación de cada proceso genera un mejor manejo de los riesgos. Para investigadores como Zaho (2016), Zou (2017), Heravi (2018) y Okudan (2021) el uso de herramientas variadas para la gestión de riesgos basados en casos, utilizando técnicas que destacan el conocimiento previo y la experiencia es una buena opción para afrontar los riesgos por similitud.

En lo referente a la seguridad en los lugares de trabajo OIT (2018), indica que tomando las precauciones necesarias se llega a generar que los lugares de trabajo cotidiano sean seguros, además indica que se debe dar protección a de los riesgos que se pueden generar en obra a todas las personas que se encuentren en una ella o en sus inmediaciones.

Uno de los problemas más importantes que a la fecha todavía no se le da la importancia debida y se la toma tangencialmente por la mayoría de las empresas constructoras, es de hecho mejorar e implantar ambientes que conlleven a la seguridad y salud de sus trabajadores. En el mundo de la construcción para generar una gestión de riesgos adecuada, además de conocer los factores internos organizacionales como lo menciona Adeleke (2018), riesgos operativos entre bancos y empresas Enshassi (2019) o los problemas políticos como bien lo explica Chang (2018), se requiere una enseñanza interactiva de la gestión de riesgos desde un enfoque sistémico y basados en proyectos propuesta por Borkovskaya (2018)

Esquivel (2019), en cuanto a las empresas que operan en el rubro construcción indica que la mayoría de ésta no tienen un conocimiento total de la normatividad legal vigente que se debe aplicar según regulación, lo que

hace está generado principalmente por una carencia de personal profesional calificado en el rubro de la salud y seguridad en todo ambiente de trabajo que tenga la responsabilidad y que valore la importancia de aplicarla correctamente en una obra. La razón principal que genera la falta de personal capacitado es que generalmente la empresa no tiene los recursos suficientes para este tipo de contrataciones. Pues desde su óptica el rubro de seguridad y salud de los colaboradores en el trabajo no representa un factor importante para su actividad comercial y no creen que esto les puede sumar en el crecimiento y posicionamiento de su empresa. Pero también se entiende que el fracaso de los proyectos en relación a los sobretiempos y sobrecostos es muy común, tanto así que Qazi (2016) planteó el modelado de rutas de riesgo; del mismo modo Taghipour (2015) planteó la asignación de riesgos utilizando el estándar PMBOK; mientras que Renaukt (2016) y Chatterjee (2018), consideran que la industria de la construcción en la vida real es compleja e incompleta lo que hace necesario generar investigaciones particulares en todos los rubros de la construcción.

Serpell (2017), resalta la gestión eficaz del riesgo es fundamental para los proyectos de construcción, fundamentando su hallazgo con sus resultados en dicha investigación que muestran que la gestión de riesgos no se usa o se hace de manera ineficaz en los proyectos de construcción. Keshk (2018) amplía el concepto que hace referencia a la gestión de riesgos de proyectos relacionados a la construcción requiere la generación de planes de gestión y un análisis muy exhaustivo tanto cualitativa como cuantitativamente de dichos riesgos, pero también es necesario entender la condición actual de la gestión de riesgos en la actualizada, Nawaz (2019) hace referencia que la gestión de riesgos es un campo comparativamente nuevo y no existe un sistema básico de gestión de riesgos en las industrias de la construcción de los países en desarrollo, por ello autores como Bahamid (2017) presenta una revisión de los procesos de gestión de los riesgos en proyectos de construcción de países en desarrollo, el cual es importante porque una visión global de la gestión de riesgos y sus procesos que permitirá plantear enfoques y metodologías propias para cada tipo de proyecto de construcción en forma singular complementando la generalidad del marco teórico existente que es el

resultado de experiencias a nivel de todo el mundo que fueron detectadas y estudiadas por profesionales del rubro construcción.

Es importante que en todo tipo de proyecto de ingeniería se cuente con un estudio exhaustivo para la gestión de los riesgos generados en la construcción, en el caso particular de aquellas que van a operar en lechos de ríos con descargas estacionales con flujos directos para tiempos de concentración muy cortos en donde se pueden generar en forma instantánea una variación muy grande de los caudales que generan un peligro latente durante el tiempo de ejecución de obra, el cual se puede agudizar en algunas épocas del año, en tal sentido surge la pregunta ¿cómo influye la estacionalidad de los ríos altoandinos en la gestión de riesgos para la construcción de presas derivadoras?.

En la presente investigación se tuvo como objetivo general determinar cómo influye la gestión de riesgos en la planificación para construcción de presas derivadoras en ríos estacionales altoandinos, caso Huayrapongo-Cajamarca; fundamentado con los objetivos específicos enfocados en caracterizar las descargas estacionales y las precipitaciones de la zona de influencia del proyecto, Identificar los riesgos en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales altoandinos y evaluar los riesgos intrínsecos y residuales en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales altoandinos de la Región Cajamarca. Pues la presente investigación es importante ya que puede convertirse en un precedente técnico para la decisión de las empresas constructoras en el rubro de obras hidráulicas para desarrollar una gestión de riesgos consistente desde la concepción del proyecto hasta su operación considerando la estacionalidad de los ríos donde emplazarán sus estructuras. Es de esperar que la influencia de la estacionalidad de los ríos altoandinos influya negativamente en el proceso de gestión de los riesgos generados en la etapa de construcción de presas derivadoras cuando éstas son expuestas a períodos en estaciones lluviosos.

II. MARCO TEÓRICO

La gestión de riesgos viene siendo implementada en muchos proyectos a todo nivel de envergadura por lo que ha ido tomando mucha importancia, es así como a nivel Internacional podemos citar los antecedentes siguientes:

Szymański (2017), en su artículo denominado "Risk management in construction projects", Identifica los riesgos del proyecto para determinar qué tipos pueden afectar al proyecto, junto con una indicación de sus parámetros característicos, para lo que estimó la probabilidad de que ocurra en el proyecto, se aplicó la metodología fundamentada en el PMBOK, encontrándose como resultados que estas condiciones se pueden dividir en tres grupos: garantía, incertidumbre y riesgo, bajo los cuales, a su vez, se preservan los tres tipos de inversionistas: preferencia al riesgo, neutralidad frente al riesgo y pura aversión al riesgo y su medición. El entregable luego de la identificación y su análisis de cada uno de los riesgos del proyecto será una lista de eventos que muestre la causa y la probabilidad de un evento, y su evaluación final del impacto en el medio ambiente.

Es común encontrar en la actualidad muchos proyectos de mediana y baja envergadura que por su naturaleza tienen una incipiente o no cuentan con la implementación de una adecuada gestión del proyecto para todo el proceso constructivo lo que las hace muy vulnerables a los diferentes peligros ya sean naturales o en muchos casos antrópicos concebidos y desarrollados en todo el proceso desde su concepción hasta la operación y mantenimiento de dichos proyectos. Los proyectos emplazados en lechos de ríos son aún mas susceptibles a sufrir daños por la aleatoriedad de los fenómenos naturales mas que todo cuando suceden eventos extremos con tiempos de retorno grandes que generan eventos extraordinarios específicos que afectan grandemente a las estructuras en construcción o su implementación cuando están programadas en épocas de mayor peligro. Las precipitaciones, especialmente de valores extremos (máximas avenidas) en cuencas colectoras de mediana a gran área son mas susceptibles a generar eventos extremos generalmente en estaciones húmedas en las zonas altoandinas dado que sus orígenes se encuentran en las zonas de gran altitud donde las precipitaciones tienen mayor intensidad sumado a la poca cobertura vegetal

generan grandes volúmenes de escorrentía que van a parar a los cauces de los ríos que en muchos de los casos tienen se caracterizan por ser ríos jóvenes que tienen un gran poder erosivo en gran parte de su recorrido por lo que las obras de ingeniería emplazadas en su recorrido están propensas a sufrir los impactos desfavorables generando obras adicionales que no estaban contempladas en la ejecución por lo que se dan los alargamientos de tiempos de ejecución se infla en presupuesto y se disminuye la calidad de algunos elementos impactados en el proyecto que impactan en el proyecto final.

Spillane y Oyedele, (2013), realizaron su investigación orientada al estudio de estrategias para la gestión de la salud y también la seguridad en las construcciones en sitios confinados, dicho estudio fue realizado en la University of West of England, UK, para identificar y catalogar las numerosas estrategias de gestión para la administración eficaz de la salud y seguridad en un sitio de construcción urbano confinado. Se adoptó una metodología de métodos mixtos utilizando entrevistas y discusiones de grupos focales sobre tres estudios de caso seleccionados de sitios de construcción confinados, los resultados encontrados reafirman que las estrategias de gestión si bien es cierto deben ser particulares para cada tipo de proyecto, su desarrollo en el tiempo y espacio, pero una caracterización siempre es muy útil para ir mejorando los procesos en la gestión de riesgos en proyectos similares con riesgos identificados de características comunes.

Se hace necesario resaltar la importancia de la gestión de riesgos para la construcción en ambientes confinados, ya que en la mayoría de los proyectos de ingeniería de alguna forma en un buen porcentaje de actividades se tendrá esta condición.

Carcaño y Chagoyán (2013), orientan su investigación a la gestión de riesgos salud y seguridad en los trabajos de construcción, analizando la mayor cantidad de condiciones comunes de seguridad y salud en el trabajo en el caso de la industria de la construcción mexicana y proponen un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para promover operaciones seguras e higiénicas. Para lograrlo, utilizaron un enfoque cuantitativo que partió de un diagnóstico básico de la empresa, identificando todos los riesgos presentes

en los procesos que la empresa tenía en marcha, además de identificar las medidas a tomar determinadas medidas conducentes al mencionado riesgo. reducción, considerar también como propuesta la implementación de un sistema de gestión con valor económico. En sus resultados muestra que existe un bajo nivel de implementación de la normativa propuesta y de los sistemas de gestión que les son aplicables en base al análisis económico.

Roa Quintero (2017), investigó lo referente a la gestión en la salud y seguridad en el trabajo y en sus resultados presenta un análisis en el sector construcción enfocado a determinar el nivel de cumplimiento en relación con la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en lo concerniente a la componente relacionada a la seguridad en el trabajo implementadas en las empresas del rubro construcción en la ciudad de Manizales (Colombia). Para su desarrollo plantearon métodos analíticos con un diseño no experimental. Como resultado principal se indica que en la mayoría de los procesos constructivos se requiere la implementación de acciones bien definidas que conlleven al fácil entendimiento no solamente por el personal especialista en el rubro de seguridad sino el entendimiento de cada uno de los actores en el proceso constructivo para concatenar acciones concordantes que apuntan a los mismos objetivos. Es de entender que los resultados obtenidos en dicha investigación tienen una connotación regional por lo que en Perú si se replicase este estudio en la mayoría de ciudades sus resultados serían muy similares por lo que se hace necesario a todo nivel en el rubro construcción gestionar el rubro seguridad en la construcción implementando acciones de fácil entendimiento y aplicación por parte de todos los actores en los procesos constructivos que implica un proyecto de construcción.

Al igual que a nivel internacional ha tomado relevancia la implementación de gestión de riesgos en proyectos de construcción, a nivel nacional si bien es cierto se tiene la reglamentación que condiciona la ejecución de todo tipo de proyecto a la implementación de una gestión adecuada para los riesgos identificables desde la etapa de concepción hasta la operación pasando por la ejecución, debido a la falta de una cultura de la previsión que falta cultivar

a la gran mayoría de empresas, las que en muchos de los casos dada a que no están muy bien capitalizadas les cuesta mucho implementar una adecuada gestión; si bien es cierto avance es lento pero ya se está iniciando, es así como:

Mireles (2019), presenta una investigación importante en el ámbito minero referido a la construcción de presas de relaves donde aplica la gestión de riesgos; en esta investigación analiza el efecto negativo en la reputación de la industria de los procesos constructivos de la industria ya que advierte deficiencias al enfrentar los efectos negativos que genera la incertidumbre, esto se evidencia con el resultado la mayoría de proyectos que no han logrado cumplir con los objetivos relacionados al plazo, costo y calidad. Para ello se utilizó una metodología cuantitativa con el enfoque PMBOK, encontrándose como resultados que si bien es cierto la mayoría de incertidumbres generadas en un proyecto no se puede eliminar, pero al aplicar los principios adecuados de la gestión de riesgos, los responsables del proyecto pueden ser capaces de mejorar la gestión de dichas incertidumbres, por lo que surge la necesidad de plantear un enfoque sistémico para la gestión de riesgos y que éste tenga un seguimiento para facilitar un proceso ordenado, y que sea un complemento adecuado para la gestión de proyectos. Este enfoque sistémico debe ser bien orientado y organizado en función al tipo de empresa de la construcción ya que no todas las empresas del rubro de la construcción tienen organigramas completos con las áreas mínimas para afrontar procesos de gestión conducentes a mejorar resultados operativos en sus proyectos.

Hurtado & Moran (2015), realizaron la investigación orientada al estudio de las herramientas y algunas técnicas para para la gestión de riesgos en el ciclo de construcción en una obra, dicha investigación fue desarrollada en la ciudad de Lima, enfocada en identificar las acciones para controlar mejor los riesgos que se origina en cada proceso para tener un mejor manejo de ellos. La metodología utilizada fue cuantitativa fundamentada en el PMBOK, cuyo resultado principal confirma que el proceso de la gestión de riesgos debe empezar con la identificación riesgos e incertidumbres en todas y cada una de las áreas en el ciclo de vida de la obra, seguida por el análisis de riesgos. Al igual que todas las metodologías existentes seguidamente luego de definidas

la probabilidad e impacto en el análisis, se debe planificar la respuesta a los riesgos identificados, siendo ésta según aceptar, mitigar o evitar. Aplicándolo a cada proceso y actividad según sea el caso de acuerdo con el tipo de obra.

Santo Luque (2015), plantea una investigación en un edificio multifamiliar donde analiza la implementación de sistema de gestión de riesgos en la etapa de construcción, en él se analiza la implementación de este sistema de gestión con lo que apunta a cumplir con los requisitos normados en este rubro en Perú, teniendo como objetivo general brindar criterios y herramientas básicas para la elaboración e implementación de un Sistema de gestión de Riesgos en la construcción de un Edificio Multifamiliar en la ciudad de Arequipa. Para ello utiliza una metodología que tiene un enfoque cuantitativo fundamentada en el PMBOK, luego del desarrollo de su investigación se concluyó que todas las empresas del rubro deberían ser implementar la gestión de riesgos para mejorar la prevención de riesgos en los procesos constructivos, para lograr incrementar los impactos positivos en la producción reduciendo los accidentes de trabajo.

Támara Patricio (2020), desarrolló una investigación enfocada en las herramientas de gestión de calidad en las pequeñas empresas de Huaraz dedicadas a la construcción teniendo como base la seguridad y salud. En ella trata de la gestión de riesgos enfatizando en la seguridad y salud como herramientas de control de calidad para las micro y pequeñas empresas, del sector de la construcción de obra civil de la ciudad de Huaraz. El propósito general fue identificar las condiciones fundamentales de salud y seguridad. Desarrolló una investigación cuantitativa con la aplicación de encuestas a las MYPES del rubro de la construcción, El aporte de la investigación es importante ya que existen muchas microempresas en el sector de la construcción en el Perú que no tienen mucha experiencia en el ramo, caen en la informalidad y no aplican planes prácticos por la incertidumbre de los proyectos que realizan. se cree que Esto significa que a menudo no asumen la responsabilidad cuando surge el peligro y quiebran y salen del mercado de hardware altamente competitivo.

En la región Cajamarca, donde se desarrolla la presente investigación, se ha tenido muy poca referencia acerca de la inclusión formal en proyectos de aspectos relacionados a la gestión de los riesgos en construcción, salvo en el ámbito minero en los diferentes proyectos dentro del rubro de operaciones así como en el rubro de la construcción civil que se tiene que ejecutar como parte de su rutina para generar una explotación de los minerales generando impactos negativos mínimos compatibilizando con su entorno; los gobiernos locales y la región no han logrado a pesar de sus esfuerzos todavía generar proyectos eficientes en lo que respecta a la gestión de riesgos dado que los sobrecostos muchas veces no se ponen de acuerdo de cómo serán administrados los sobrecostos generados, de todas formas algunos proyectos como el que presenta Hurtado Diaz (2021), quién realizó una investigación enfocada en las técnicas y herramientas utilizadas para mejorar la gestión de riesgos en la construcción de una obra, orientando su desarrollo en determinar la influencia de la aplicación de la Gestión de Riesgos en una etapa temprana para mejorar la probabilidad de concluir exitosamente dicho proyecto. En esta investigación se utilizó la metodología del Project Management Institute (PMI). Considerando que la metodología del PMI presentada en la guía PMBOK. Los resultados encontrados en la investigación demuestran que una gestión de riesgos adecuada en el proyecto mejora los resultados esperados y reduce costos de ejecución, es necesario tener en cuenta que esta metodología universal que es aplicable a proyectos en general del rubro de la construcción al igual que otros rubros se hace necesario investigaciones como ésta para ir validando y moldeando dicho enfoque a proyectos de cualquier envergadura cuya gestión de riesgos beneficiará a todos los actores dinámicos y estáticos de su ámbito de operaciones.

Las teorías, los conceptos y definiciones generales que sustentan esta investigación, están enfocadas en la gestión de riesgos en la construcción de presas derivadoras en Ríos altoandinos. A su vez se consideraron algunas definiciones sobre proyectos de construcción de presas derivadoras emplazadas en ríos estacionales.

El enfoque de gestión del riesgo para (Lavell, A. 2001), viene a ser un proceso social complejo por medio del cual se intenta reducir el nivel de riesgo que existe en la sociedad y promover procesos que construyan nuevas oportunidades de producción y establecimiento en el territorio en condiciones de seguridad y durabilidad aceptables. Por ello si se enfoca al ámbito del rubro construcción la gestión de riesgos tiene muchas aristas que incluyen a todos los actores en el desarrollo integral de la sociedad y las empresas constructoras que intervienen como entes ejecutores de las acciones encargados además de las actividades que conlleven a desarrollar el proyecto bajo las mejores condiciones de seguridad tanto del proyecto como de su entorno y su ámbito de influencia.

Para Fernández (2011), el riesgo intrínseco, es el valor cuantitativo de riesgo que se estima en un proyecto antes de que se considere ninguna acción preventiva o correctiva. Se calcula sobre la base de una estimación de la vulnerabilidad y el impacto de cada activo frente a las distintas amenazas. La estimación se realiza tomando como referencia la experiencia previa, proyectos similares, circunstancias especiales, etc. En tal sentido el riesgo intrínseco es muy importante determinarlo en la etapa de planificación de la construcción de obras civiles ya que ello permitirá tener la línea base para iniciar con los análisis y acciones que implica la gestión de riesgos a aplicar en el proyecto.

Los riesgos operacionales para Osorio (2017), dada su complejidad han llamado la atención de muchos autores los cuales difieren en detalles y énfasis al dar su definición, pero es bueno resaltar que todos confluyen en que mínimamente están relacionados con las interrupciones o fallas relacionadas con la gente, procesos internos, tecnología o consecuencias de procesos externos. En tal sentido, Bolancé et al. (2012), indica que el riesgo operacional no es más que la posibilidad de que se produzcan eventos no deseados derivados de cambios en las operaciones normales e incluye todo lo que pueda ocurrir en las operaciones del día a día; mientras que para Kenett y Raanan (2011), el riesgo operacional existe cuando cualquier actividad ocurre, sea que se administre o no. Lo que nos llama a la reflexión en sentido que

todo proceso constructivo en la vida útil de un proyecto está expuestos a riesgos operativos que pueden ser de magnitudes muy diversas con impactos también diversos según el tipo de construcción. He ahí la importancia de las investigaciones en este rubro de la construcción en todas las ramas de la ingeniería, pues al tener riesgos operativos de magnitudes e impactos muy distintos según el contexto, el entorno, las condiciones políticas y sociales, en mucho de los casos donde los proyectos son concebidos bajo enfoques tradicionales no se da la importancia necesaria a la gestión de riesgos por lo que se inician proyectos con antecedentes ejecutivos de otros similares que no tuvieron mucha dificultad en su ejecución y se mal usa la condición de “por similitud” para desarrollar las actividades sin la previsión propia del proyecto.

Los ríos estacionales para Vidé (2009), son llamados también ríos efímeros, son aquellos ríos que solo llevan agua en episodios de fuertes precipitaciones, manteniéndose casi secos el resto del tiempo cuando no se dan las precipitaciones. Es bueno aclarar que en algunos casos el aporte subterráneo y subsuperficial puede generar pequeños caudales en las estaciones no lluviosas. En tal sentido la estacionalidad de ríos estará influenciada por las condiciones meteorológicas en especial la precipitación y las condiciones geomorfológicas predominantes en la cuenca colectora de dichos ríos, que son los que generan las descargas definidas por los tirantes de agua y las velocidades de flujo, que generan caudales grandes, medios y pequeños.

Probablemente los riesgos residuales son los de mayor cuidado en proyectos del rubro construcción ya que su no identificación, análisis y respuesta oportuna podrían generar incumplimiento de objetivos relacionados al tiempo, costo y calidad de proyecto. Para Rahman (2020), todos los proyectos enfrentan diferentes riesgos a lo largo del desarrollo del proyecto, por lo que distinguir y mitigar los riesgos del proyecto hoy es fundamental para el éxito del proyecto.

Para Rubio y Rubio (2005), desde el punto de vista de la prevención, un accidente de trabajo se puede definir como cualquier evento no deseado, durante o después del trabajo, que interrumpe repentina y repetidamente el funcionamiento normal, tiene o puede causar daños a las cosas y/o lesiones

a las personas. En ese sentido una adecuada gestión de riesgos desde la planificación de todo proyecto de ingeniería puede marcar la diferencia en la cantidad y magnitud de los accidentes en el trabajo, los cuales al ser gestionados pueden ser controlados o reducidos en gran medida de acuerdo a las políticas preventivas de la empresa.

Según la normatividad vigente en los artículos 32° y 42 (Ley N°29783, 2016), Para organizar y comprender la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, antes del inicio del proyecto, la empresa constructora debe contar con un documento que contenga un historial de todas las actividades realizadas durante la operación, relacionado con el estado del diagnóstico. encontrado.

i) Desarrollar planes y acciones para prevenir y controlar los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales. Cabe señalar que las empresas deben registrar y controlar los factores de riesgo.

Vidal (2007), luego de un análisis minucioso refiere que Una empresa constructora es una organización que tiene capacidad aparente o capacidad administrativa para realizar, desarrollar y controlar la ejecución de obras o edificaciones de gran, mediana y pequeña escala. Pues una empresa constructora formal tiene la necesidad de contar con una capacidad operativa comprobada para el tipo de trabajo que va ha realizar, dado que al no trabajar formalmente e improvisar en función a capacidad operativa puede conllevar a problemas insalvables una vez iniciada la ejecución de una obra por que los riesgos emergentes en cada etapa no tienen una respuesta oportuna

Las presas derivadoras también llamadas, bocatoma o captaciones de agua, constan generalmente de un vertedero de pared gruesa o azud y son estructuras que se construyen para elevar el nivel de agua de un cauce de agua con la finalidad de derivar parte del flujo de agua del río a un canal para que dicho caudal derivado pueda ser utilizado en proyectos generalmente de riego, así como también para generar energía eléctrica, para abastecimiento de agua potable, etc. (Rosel Calderón 1998). Siendo el azud, el elemento estructural funcional de la obra, su estabilidad en procesos tanto estáticos como dinámicos depende mucho del interés de los profesionales en estimar

correctamente sus condiciones y características de funcionamiento bajo condiciones cotidianas y extremas.

Las presas derivadoras por su naturaleza se constituyen de por sí como elementos obstructores del flujo natural en el río por lo que generan por lo general una influencia negativa en el lecho natural del río y en muchos casos en su entorno. Vásquez (2021), a partir de un modelamiento hidráulico logra estimar el incremento de la erosión en ríos altoandinos con lechos arenos gravosos que al construir presas derivadoras sus cauces están sometidos a una contracción local del cauce, esto debido básicamente a los cambios en los tirantes de agua y las velocidades de flujo generadas por el elemento extraño.

Según Rocha Felices (1998) el lecho móvil en ríos estacionales implica que las partículas sólidas que se encuentran en el lecho del río son no cohesivas constituidas principalmente por arenas y gravas que por fuerza del agua están en movimiento.

La gestión de riesgos del proyecto incluye los procesos de planificación, identificación, análisis, respuesta de planificación, respuesta de implementación y seguimiento de la gestión de riesgos del proyecto. El objetivo de la gestión de riesgos del proyecto es aumentar la probabilidad y/o el impacto de un riesgo positivo y reducir la probabilidad y/o el impacto de un riesgo negativo, con el fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto. Project Management Institute (2017).

Si bien es cierto la gestión de riesgos tiene un pilar muy importante en el PMBOK, pero existen distintos trabajos que han ido mejorando procesos en este rubro, es así que Rahimi (2018) y Shojaei (2019) desarrollaron enfoques híbridos para la gestión de riesgos de proyectos de construcción incluyendo un estudio de optimización en la cadena de suministro; Kumar (2017), presenta un enfoque sistemático para la evaluación de la gestión de riesgos en proyectos de construcción; Hoseini (2021) desarrolló un modelo genérico de madurez de riesgos (GRMM) para evaluar la gestión de riesgos en proyectos de construcción, pero también acepta que para la construcción no

existe modelos generales válidos. Investigadores como Serpell (2015), Nguyen (2019) y Xia, Nini, et al. (2018) abordaron la gestión de riesgos en los proyectos de construcción coincidiendo que se afronta muchas dificultades con prácticas generalmente insuficientes necesitando estudios más profundos.

La gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras, en el Perú está normada por la directiva N° 012-2017-OSCE/CD, cuyo enfoque integral de gestión de riesgos debe considerar procesos importantes como: Identificar riesgos, Analizar riesgos, planificar la respuesta a riesgos y asignar riesgos. Estos cuatro procesos están fundamentados en la guía PMBOK, con las variaciones o mejoras que cada empresa en el rubro de la construcción crea conveniente siempre y cuando éstas estén bien fundamentadas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: La presente investigación corresponde a una investigación del tipo aplicada dado a que se utilizó información de campo y documental sobre los riesgos en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales altoandinos. Se aplicarán los conocimientos registrados en el marco teórico orientado a la determinación de la influencia de la estacionalidad de los ríos debido al incremento repentino de sus caudales instantáneos, para ello se utilizará información histórica recopilada de las estaciones cercanas del área de influencia.

Diseño de investigación:

Diseño no experimental: del tipo transversal descriptivo, ya que se procedió a describir la situación o fenómeno alrededor del cual se centra el estudio, para la investigación el fenómeno es del tipo natural y su comportamiento está influenciado por las precipitaciones estacionales; por lo que se realizó en forma independiente el análisis de la influencia para dos estaciones muy bien definidas, además es correlacional causal o predictivo. Considerando que el fenómeno estudiado corresponde a las precipitaciones generadas en la cuenca colectora, que generan la estacionalidad de los ríos; es predictivo por que se utilizó la información histórica para así determinar las condiciones bajo las cuales se realizaría nuestro análisis.

3.2. Variables y operacionalización

Dependiente: Gestión de riesgos en la construcción. Considerada como variable que depende específicamente de las condiciones de flujo de las aguas que se convierten caudalosas y con velocidades muy altas en época de lluvias intensas en la región mientras son poco caudalosos con flujos laminares para condiciones de ausencia de precipitaciones.

Independiente: Estacionalidad de ríos. Definida por la variabilidad del comportamiento del río que está influenciado por las precipitaciones que caen sobre el área colectora de la cuenca hidrográfica que tiene características propias modificando su sección transversal según la

magnitud e intensidad.

Matriz de operacionalización de variables: En ella se han identificado dos variables de estudio, la primera con tres dimensiones y siete indicadores con su escala para la medición del tipo de intervalo dada su aleatoriedad. La segunda con cuatro dimensiones, con ocho indicadores y con una escala de medición tipo ordinal. Su descripción e interacción se encuentra plasmada en el anexo 01.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Constituida por todos los elementos conformantes de la presa derivadora Huayrapongo emplazada en el lecho del río Cajamarquino en Cajamarca–Perú.

Muestra: Al igual que la población está constituida por todos los elementos conformantes de la presa derivadora Huayrapongo emplazada en el lecho del río Cajamarquino en Cajamarca–Perú.

Muestreo: Muestra con intención o por conveniencia del investigador. Dado que se trabajó con eventos de recurrencia aleatoria infinita, se intentó muestrear los eventos promedio más representativos.

Unidad de análisis: Presa derivadora Huayrapongo – Cajamarca, emplazada en el lecho del río Cajamarquino.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la investigación se utilizaron una gama de técnicas de recolección de información y datos y éstas fueron:

- **Encuesta**, a profesionales expertos en este rubro de la construcción. Dichos profesionales fueron consultados en forma individual según su experiencia en el ámbito de la construcción de las estructuras derivadoras de agua en los ríos de la zona, las preguntas estaban enfocadas básicamente a identificar los riesgos mas comunes, sus impactos, su magnitud, su recurrencia

para poder calificar y cuantificarlos durante el desarrollo de la investigación.

- **Análisis documental** de la información existente en todo el proceso de concepción, ejecución y puesta en operación de un proyecto de construcción de presas derivadoras. En este análisis se consignó información documental como expediente técnico, cuaderno de obra de ejecución de la presa derivadora en la década pasada, obra que a la fecha se encuentra deteriorada ya que durante su ejecución se hicieron efectivas las amenazas de máximas avenidas que impactaron negativamente en la infraestructura y sus componentes netamente estructurales que generaron impactos laterales en su funcionalidad.
- **Observación directa** de campo para llenar fichas de investigación. Dichas fichas fueron elaboradas para recopilar la información de la geomorfología del río en la zona de emplazamiento de la estructura de derivación de las aguas del río Cajamarquino para; dentro de esta información también se considera su ubicación a través de sus coordenadas UTM, para poder puntualizar las condiciones de flujo generadas con la información histórica recopilada de las fuentes oficiales que manejan la información hidrometeorológica.

Entre los instrumentos para la recolección de datos se utilizaron:

- *Fichas*, para información generalmente de campo consignando en una forma minuciosa las características y condiciones en se encuentra funcionando la estructura antigua y las que tienen que considerarse en el proceso de planificación y ejecución de la nueva estructura para evitar impactos negativos.
- *Cuestionarios*, dada la evidencia de riesgos efectivos reportados en la región en las etapas diversas de proyectos de derivación de aguas en forma directa de los ríos especialmente para proyectos de riego, se aplicaron cuestionarios a usuarios y pobladores de las zonas del entorno de este tipo de proyectos para tener una mejor visión del problema estudiado.

- *Datos estadísticos*, puesto que la información meteorológica e hidrométrica es muy variada debido a su aleatoriedad se utilizaron datos estadísticos cuya representatividad fue importante para el desarrollo de la investigación.
- *Diario de campo*, al ser el trabajo de campo en un lapso de tiempo medianamente largo para cubrir con las condiciones de interacción proyecto evento que genera el riesgo, se utilizó un diario digital de campo para guardar las anotaciones de todas las salidas.
- *Grabadora*, utilizada especialmente en la etapa de recolección de información de campo, considerando también su uso en las entrevistas tanto a usuarios, beneficiarios y especialistas en el tema para poder recuperar la información cuando fue requerida.

3.5. Procedimientos

Dado que la investigación se centra en la gestión de proyectos se tomó como guía la metodología del PMBOK sexta edición, cabe indicar que se optó por esta metodología por ser la más conocida y por su estructuración y sistematización que lo hace fácil de visualizar, además es un metodología recomendada para proyectos de construcción a desarrollarse en el ámbito nacional como hace referencia la directiva N° 012-2017-OSCE/CD. Directiva que deja abierto el uso de cualquier metodología que esté sustentada en procesos realizables y verificables en forma ordenada y que abarquen las principales áreas del conocimiento de la gestión en los proyectos a todo nivel, tomando preferentemente la seguridad y la salud de los trabajadores para fomentar la disminución de los riesgos tanto antrópicos como naturales que día a día suelen presentarse en los proyectos de construcción en sus diferentes etapas desde la concepción hasta su operación que puede ser variable en algunos casos y en otros pueden ser muy similares con actividades primordiales y otras que pueden ser secundarias que no generan impactos importantes en el proceso de gestión de los riesgos que se pueden hacer efectivos.

Tabla 1
Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

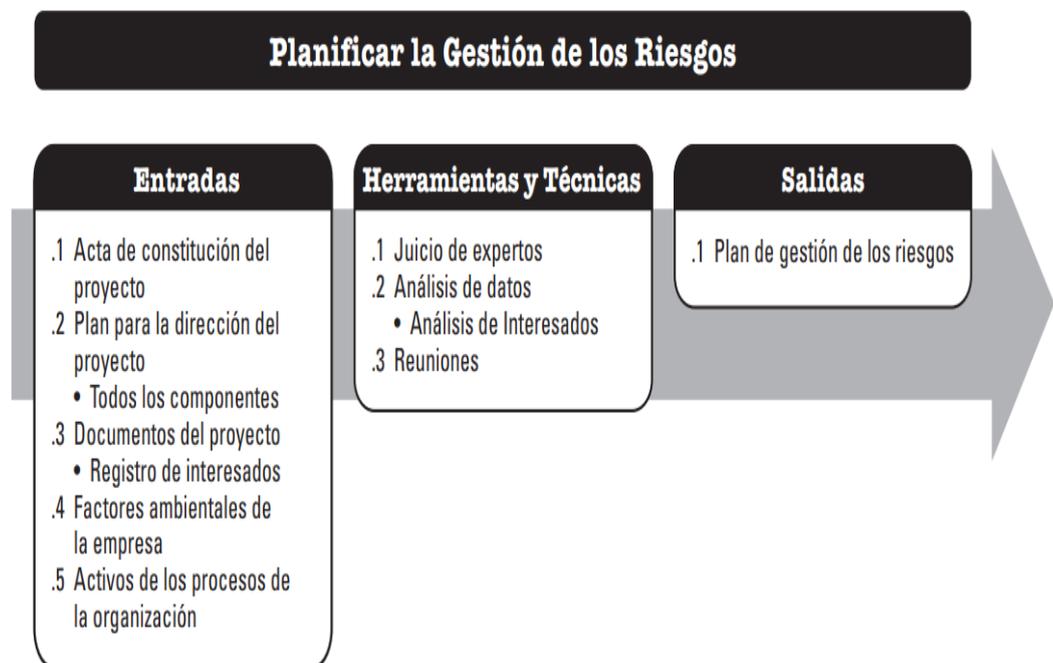
En la tabla 1, se presenta en una forma muy sintetizada y a la vez didáctica el área de conocimiento asignado con el número 11 a en la sexta edición para la gestión de los riesgos que pueden presentarse en un proyecto, el cuál fué implementado para el proyecto de construcción en la presente investigación. Dado que la investigación se desarrolló para el proyecto que no está en ejecución sino en una fase de concepción, según la guía PMBOK, se ha desarrollado la Gestión de Riesgos del Proyecto para el grupo de procesos de Planificación, considerando las siguientes etapas:

Etapas 1. Recopilar la información de campo y documental sobre la estacionalidad de los ríos de alta montaña existentes en la localidad de Cajamarca. Dicha información fue recopilada de los registros diarios, en algunos casos mensuales y otros anuales de las entidades públicas que tienen a su cargo las estaciones tanto meteorológicas como hidrométricas de la región Cajamarca. Específicamente se recopiló información hidrométrica de la estación Jesús-Túnel así como precipitaciones de la estación Augusto Weberbauer ubicadas en los distritos de Jesús y Cajamarca respectivamente. Además, se desarrolló un levantamiento de

información topográfica e información morfológica del curso de agua en la zona de estudio con las condiciones de tipo de uso de los suelos, así como la cobertura y sistema vial de su entorno. En cuanto al río se determinó que el tipo de sedimento existente en el lecho del río está compuesto por gravas y arenas en mayor concentración que finos como limos y arcillas y materiales gruesos como cantos y piedras que tienen un menor porcentaje pero que entre los dos constituyen un porcentaje importante.

Etapa 2. Orientada a la planificación de la Gestión de los Riesgos en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales. Que consistió en definir de qué forma proyectar las actividades en la gestión de riesgos, se tomó como base el esquema de la figura 1. En esta etapa jugó un papel muy importante el juicio de los expertos quienes en forma muy profesional de acuerdo a su experiencia hicieron los aportes necesarios para generar el plan que se utilizó en la etapa de planificación.

Figura 1
Planificación de la gestión de riesgos.

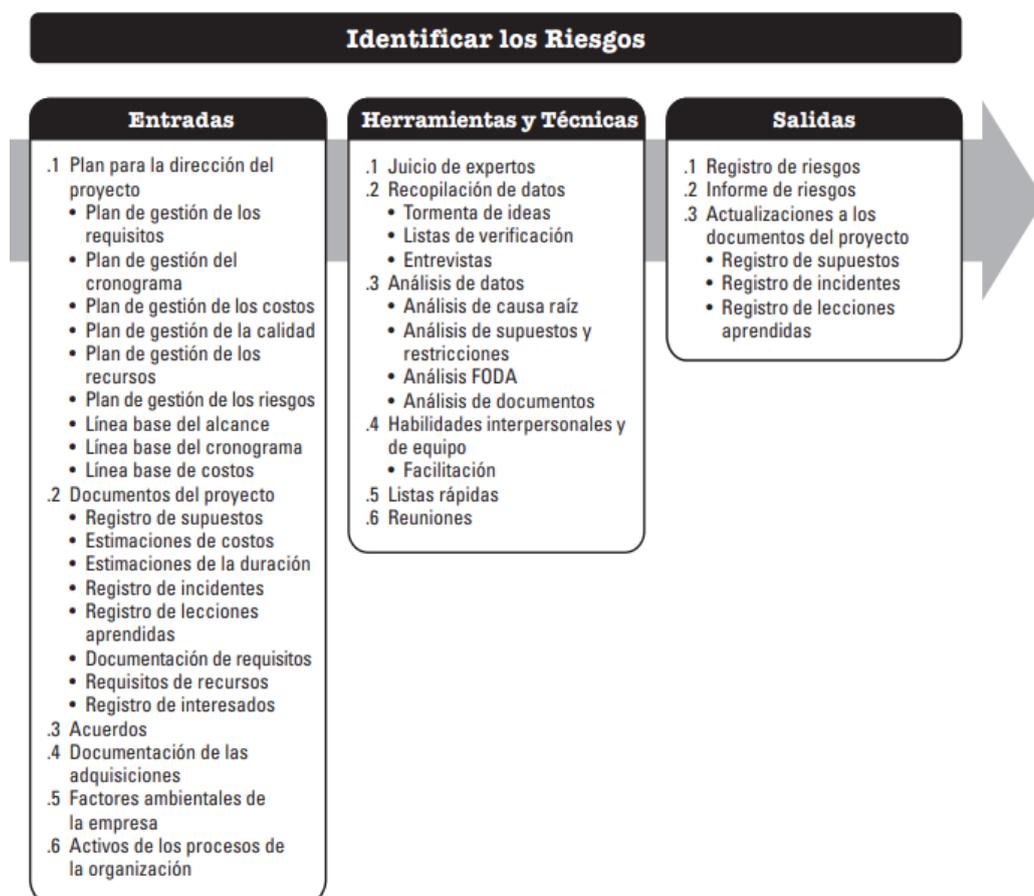


Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

Etapa 3. Identificar los Riesgos en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales, para lo cual se tomó en cuenta la figura 2. Papel fundamental de los expertos a emitir su juicio en la identificación de cada

uno de los riesgos, su priorización se lo desarrolló teniendo como base la data recopilada tanto documental como de campo. Los riesgos fueron identificados para las dos estaciones bien diferenciadas consideradas en la investigación teniendo en cuenta que la magnitud de los peligros es la que se incrementará o disminuirá según la estacionalidad. Como salidas a esta etapa se tiene una relación de los riesgos registrados así como también un informe de riesgos enunciados formalmente.

Figura 2
Proceso para identificar los riesgos.



Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

Etapa 4. Aplicación del análisis cualitativo de los riesgos para la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales. Se tomó como referencia los procesos de la figura 3. Para el análisis cualitativo se utilizaron parámetros internacionales para la representación de la data obtenida para ello se utilizaron matrices de probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos identificados además del uso de diagramas que jerarquizan los riesgos.

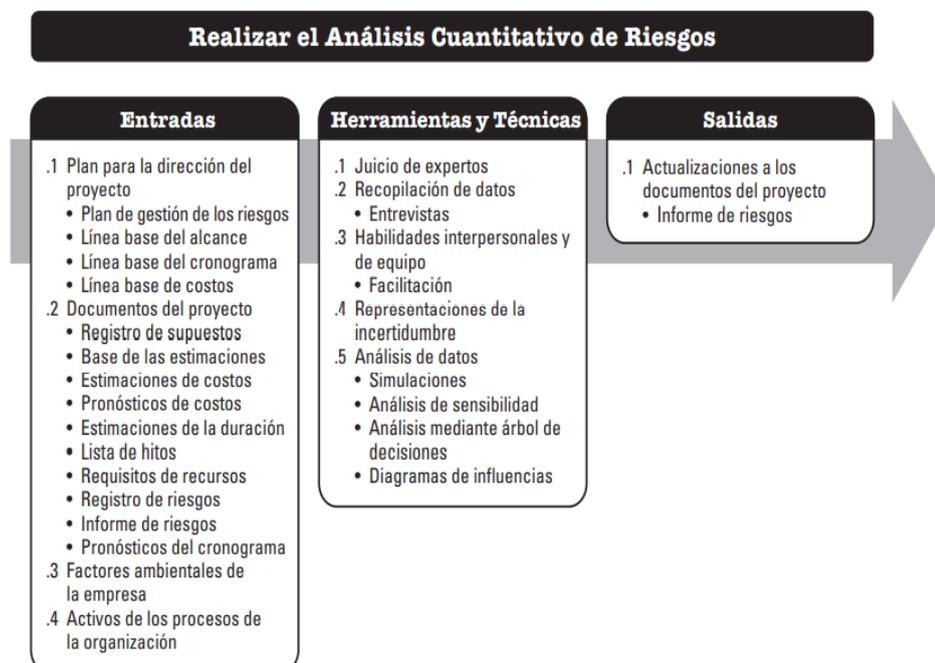
Figura 3
Análisis cualitativo de los riesgos.



Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

Etapa 5. Análisis Cuantitativo de Riesgos en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales. Tomándose como base los procesos indicados en las figuras 4 y 5.

Figura 4
Análisis cuantitativo de los riesgos



Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

Etapa 6. Planificar la Respuesta a los Riesgos en la construcción de presas derivadoras en ríos estacionales.

Figura 5
Planificar la respuesta a los riesgos.



Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

Etapa 7. Estimar los riesgos residuales para compararlos con los riesgos intrínsecos para las características estacionales del río.

3.6. Método de análisis de datos

Proceso del análisis cualitativo de los datos

En el cuál se utilizaron Matrices de probabilidad e impacto. Su escala ha permitido generar para la probabilidad y el impacto valoraciones descriptivas con calificaciones de muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo o también una escala numérica que se indica en la tabla 2. Es importante mencionar que la calificación tanto numérica como la de colores se complementan en la calificación y ambas son importantes para realizar un análisis de los datos mas efectivo dado que cada uno de los riesgos fueron evaluados para dos estaciones y su coloración nos permite percibir de una forma rápida y efectiva la variación que se genera cuando las condiciones propias de cada estación de análisis cambia la calificación del riesgo haciéndolo más variable de lo que percibimos en el tiempo de análisis por lo que su valoración del procesos cualitativo fue determinado para condiciones promedio en cada estación.

Tabla 2
Esquema de calificación de la matriz de probabilidad e impacto

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
Impacto negativo						Impacto positivo							

Fuente: PMBOK, sexta edición (2017)

Análisis cuantitativo de datos

Fueron procesados para dos condiciones de los riesgos en su condición de intrínsecos y de riesgos residuales, con un modelamiento probabilístico usando el método de Montecarlo. La cuantificación de los riesgos intrínsecos y residuales se lo elaboró con el software @Risk versión de prueba específicamente para los costos de las actividades (partidas presupuestadas) identificadas como incidentes en la gestión.

3.7. Aspectos éticos

Como en la investigación se tuvo que recopilar información de campo, ésta fue adquirida respetando el principio de autonomía de cada interesado. En cuanto al marco teórico, metodologías, instrumentos validados fueron referenciados de acuerdo con la norma APA para la presente investigación, respetando el derecho de propiedad.

Los resultados no fueron manipulados respetando la no maleficencia evitando distorsionarlos a beneficio propio o de terceros. La información obtenida de los expertos fue recopilada en forma individual para no caer en el sesgo de opinión conocida alguna de ellas, su procesamiento estuvo a cargo del tesista dándole sentido y el formato que requiere la metodología utilizada sin perder el fondo de lo vertido por dichos expertos.

IV. RESULTADOS

La presa derivadora Huayrapongo, abastece al canal principal del sistema de riego Llacanora – La Succha comprensión de los distritos de Llacanora y Jesús de Cajamarca. Esta captación conformada por una presa derivadora del tipo cimacio que eleva las aguas del río Cajamarquino para ser conducidas hacia los terrenos de cultivo a una parte del valle de Cajamarca, es de concreto; al estar emplazada en el lecho del río y por la distribución de usos en su entorno es poco probable que se pueda cambiar su cauce para desarrollar todos los trabajos sin la interferencia de las aguas superficiales que discurren en el punto de estudio, por lo que se hace necesario tomar las precauciones que amerita cada proceso constructivo.

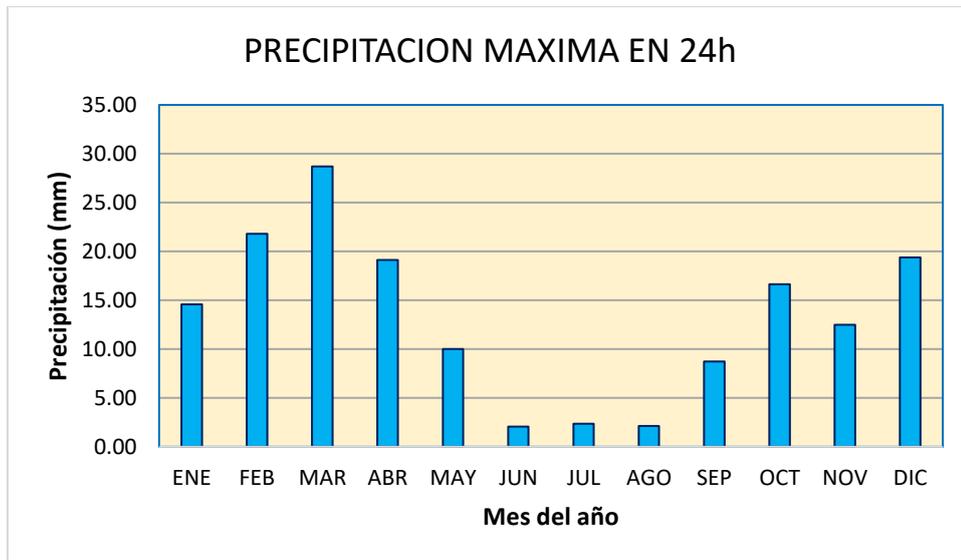
Figura 6
Entorno de la presa derivadora Huayrapongo - Cajamarca.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 6 permite apreciar que las áreas del entorno del proyecto están formando sistema natural conformado por diferentes usos como: para viviendas, para uso agrícola, para uso pecuario y de extracción de material para la construcción. Si bien es cierto el tramo de río donde está emplazada la presa derivadora es de recorrido recto, pero se puede notara aguas arriba una curvatura que hay que tener en cuenta para la distribución de caudales u por ende las velocidades del agua en caso se den las avenidas extraordinarias según las estaciones del año.

Figura 7
Precipitaciones máximas en 24 horas para la estación A. Weberbauer – Cajamarca.

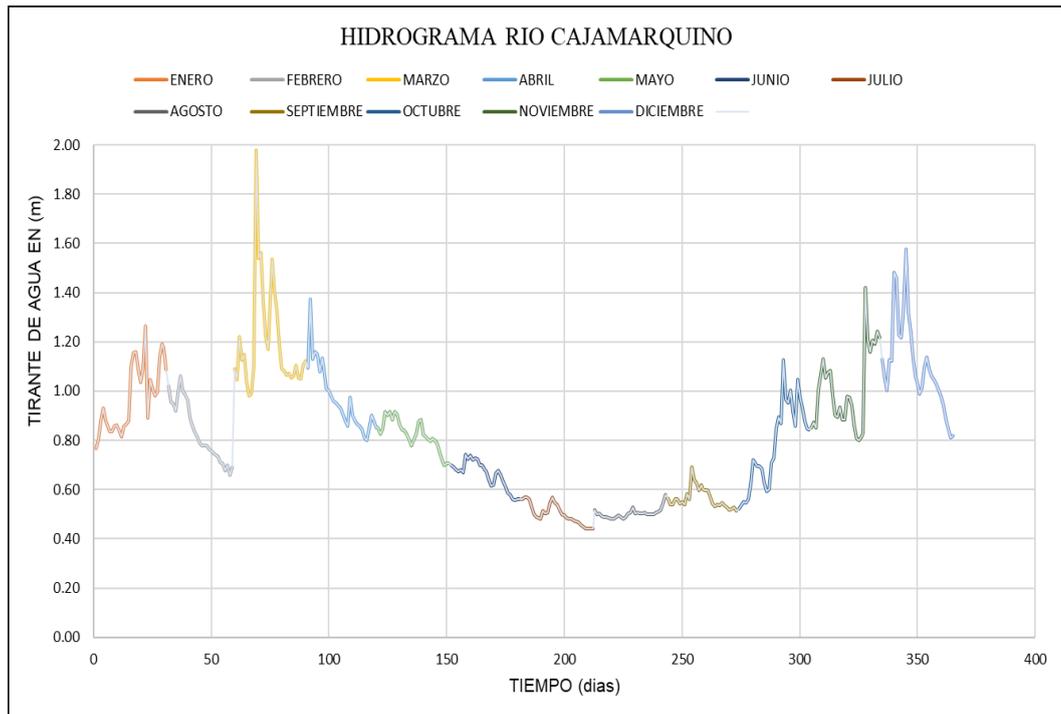


Fuente: Información de SENAMHI (2022)

En la figura 7 se tiene el hietograma anual que representa las precipitaciones máximas medidas en 24 horas correspondiente a la estación A. Weberbauer (ubicada a dos kilómetros del área del proyecto), obtenido a partir de la información histórica de acceso libre del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Se puede notar que las precipitaciones son mínimas en los meses de junio a agosto con valores que están muy por debajo de los 3 milímetros acumulados en veinticuatro horas, mientras que en los meses desde febrero hasta abril las precipitaciones superan fácilmente los dieciocho milímetros correspondiendo en los demás meses precipitaciones intermedias entre los 7 milímetros hasta los 18 milímetros, por lo que se puede afirmar que existe una marcada diferencia de las precipitaciones entre dos estaciones una de estiaje y otra de lluvias intensas.

Figura 8
Tirantes promedio en el río Cajamarquino en la estación Jesús-Túnel – Cajamarca.



Fuente: Elaboración propia, con información de SENAMHI (2022)

Los tirantes o altura del nivel de agua con respecto al fondo del río están representados en el hidrograma de la figura 8, elaborado a partir de la información hidrométrica histórica de la estación hidrométrica Jesús-túnel de SENAMHI correspondiente a los últimos cinco años, notándose una gran variabilidad según los meses del año; la estación Hidrométrica Jesús túnel, está ubicada en el río Cajamarquino aguas abajo de la zona del proyecto. Haciendo un análisis comparativo de las precipitaciones presentadas en la figura 7 y los caudales generados en la cuenca colectora de este río, se puede afirmar que la estacionalidad de las precipitaciones se replica con intensidades mínimas y máximas para los mismos meses tanto en lo que corresponde a precipitaciones como caudales de escurrimiento directo. Lo que hace deducir que los caudales generados son un resultado de los escurrimientos directos en la cuenca colectora.

Dado que para la investigación se han evaluado los riegos durante la etapa de la planificación del proyecto de construcción, fue necesario determinar las probabilidades de ocurrencia tanto de las fuertes precipitaciones como de los tirantes de agua en el río a partir de la información histórica disponible; En las tablas 3 y 4 se presenta las probabilidades de ocurrencia de eventos de lluvia y tirantes de agua dentro de los rangos identificados para la estación seca y

estación lluviosa respectivamente. En la tabla 3 para la estación seca se puede notar que las probabilidades de tener tirantes sobre los 60 centímetros es muy baja y sobre los 80 centímetros es nula, por lo que las actividades a plantearse en la ejecución de las estructuras constituyentes del proyecto de reconstrucción de la presa derivadora Huayrapongo se verán impactado ínfimamente en cuanto a la acción del agua, pero debido al poco caudal los procesos constructivos que requieran de uso de maquinaria pesada se verán impactados notablemente ya que la concentración de algunos aditivos y combustibles de uso común de éstas al mezclarse con el poco caudal su concentración puede generar grandes focos de contaminación para los usos tanto en riego como pecuario aguas abajo del punto de trabajo. Mientras que en la tabla 4 para la estación lluviosa se puede notar que existe una fuerte probabilidad del hasta 95% de generarse en el río tirantes mayores a 80 centímetros con precipitaciones sobre los 10 milímetros, además se puede notar que existen probabilidades del 10% que se generen tirantes de 1.20 metros con precipitaciones que superan los 20 milímetros por lo que hace presagiar que en la estación lluviosa los riesgos intrínsecos será de magnitud importante y tienen que ser tratados y controlados de una manera eficiente ya que la aleatoriedad de los eventos extremos naturales y en este caso específico las lluvias y su consecuente efecto sobre el caudal, las velocidades y la concentración de sedimentos de arrastre contenidos en las aguas que discurren por el cauce se vuelven más peligrosas incrementándose así el impacto sobre todas y cada una de las estructuras del proyecto en estudio. El hecho de que se trata de una estructura construida en funcionamiento con mas una década, se tiene reportes del año 2012 que por efecto de una máxima avenida generada por precipitaciones intensas en el área colectora se generó el deterioro de la estructura principal del cimacio, muros de encausamiento y poza disipadora de energía durante la etapa de construcción con consecuencias desastrosas para el proyecto ya que se encontraban en trabajos finales para la entrega de obra por lo que se generaron adicionales extraordinarios no solamente monetarios sino también en tiempos y definitivamente disminuyendo la calidad de algunas de las estructuras que fueron repuestas y otras que tuvieron que ser reconstruidas parcial o totalmente según la afectación estructural por este evento natural.

Se puede notar también que en la estación lluviosa la probabilidad que se den tirantes menores a 60 centímetros para cualquier intensidad de lluvia es cero, lo que implica que prácticamente se va a tener que realizar obligatoriamente trabajos de encausamiento con mayor cantidad de actividades y por consiguiente con probabilidades e impactos más importantes que conllevan a magnificar los riesgos.

Tabla 3
Probabilidad de ocurrencia de eventos Lluvias y Tirantes en la estación SECA.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE TIRANTE (T) Y PRECIPITACIÓN(LI)					
Tirante (cm)	Precipitaciones (mm)	Probabilidad del tirante P(T)	Probabilidad de Precipitación P(LI)	frecuencia (T ∩ LI)	P (T ∩ LI)
T ≤ 60	LI < 5	0.75	0.70	9	0.45
T ≤ 60	LI > 5	0.75	0.30	1	0.05
T ≤ 60	LI > 10	0.75	0.15	0	0
T ≤ 60	LI > 20	0.75	0.00	0	0
T ≤ 60	LI > 30	0.75	0.00	0	0
T > 60	LI < 5	0.15	0.70	2	0.1
T > 60	LI > 5	0.15	0.30	0	0
T > 60	LI > 10	0.15	0.15	0	0
T > 60	LI > 20	0.15	0.00	0	0
T > 60	LI > 30	0.15	0.00	0	0
T > 80	LI < 5	0.00	0.70	0	0
T > 80	LI > 5	0.00	0.30	0	0
T > 80	LI > 10	0.00	0.15	0	0
T > 80	LI > 20	0.00	0.00	0	0
T > 80	LI > 30	0.00	0.00	0	0
T > 100	LI < 5	0.00	0.70	0	0
T > 100	LI > 5	0.00	0.30	0	0
T > 100	LI > 10	0.00	0.15	0	0
T > 100	LI > 20	0.00	0.00	0	0
T > 100	LI > 30	0.00	0.00	0	0
T > 120	LI < 5	0.00	0.70	0	0
T > 120	LI > 5	0.00	0.30	0	0
T > 120	LI > 10	0.00	0.15	0	0
T > 120	LI > 20	0.00	0.00	0	0
T > 120	LI > 30	0.00	0.00	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4
Probabilidad de ocurrencia de eventos Lluvias y Tirantes en la estación LLUVIOSA.

PROBABILIDAD DE OCURRENICA DE TIRANTE (T) Y PRECIPITACIÓN(LI)					
Tirante (cm)	Precipitaciones (mm)	Probabilidad del tirante P(T)	Probabilidad de Precipitación P(LI)	Frecuencia (T \cap LI)	P (T \cap LI)
T <= 60	LI < 5	0.00	0.00	0	0
T <= 60	LI >5	0.00	1.00	0	0
T <= 60	LI >10	0.00	1.00	0	0
T <= 60	LI >20	0.00	0.50	0	0
T <= 60	LI >30	0.00	0.15	0	0
T >60	LI < 5	1.00	0.00	0	0
T >60	LI >5	1.00	1.00	20	1
T >60	LI >10	1.00	1.00	20	1
T >60	LI >20	1.00	0.50	10	0.5
T >60	LI >30	1.00	0.15	3	0.15
T >80	LI < 5	0.95	0.00	0	0
T >80	LI >5	0.95	1.00	19	0.95
T >80	LI >10	0.95	1.00	19	0.95
T >80	LI >20	0.95	0.50	10	0.5
T >80	LI >30	0.95	0.15	3	0.15
T >100	LI < 5	0.35	0.00	0	0
T >100	LI >5	0.35	1.00	7	0.35
T >100	LI >10	0.35	1.00	7	0.35
T >100	LI >20	0.35	0.50	6	0.3
T >100	LI >30	0.35	0.15	1	0.05
T >120	LI < 5	0.10	0.00	0	0
T >120	LI >5	0.10	1.00	2	0.1
T >120	LI >10	0.10	1.00	2	0.1
T >120	LI >20	0.10	0.50	2	0.1
T >120	LI >30	0.10	0.15	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 3 y 4 se visualizan las probabilidades de ocurrencia de las precipitaciones fuertes como débiles, así como las probabilidades de ocurrencia de tirantes en el río tanto elevados como bajos que son los que definirán el avance y los procesos constructivos en la ejecución de las obras que dan alcance a la presa derivadora Huayrapongo.

La planificación de la gestión de los riesgos desarrollada en la etapa de planificación del proyecto de la construcción de la presa Huayrapongo, se fundamentó en la metodología propuesta por el PMI en la Guía PMBOK y se resume en la tabla 5.

Tabla 5
Proceso de planificación de la gestión de riesgos en la etapa de planificación de la construcción.

PROCESO	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS
Planificación de gestión Riesgos	Elaboración del Plan de gestión de riesgo en la planificación de la construcción.	Guía de fundamentos de dirección de proyectos, PMBOK del PMI, reunión con interesados, Formatos y formularios, Juicio de Expertos, Software de procesamiento de datos.
Identificación de Riesgos	Identificación de riesgos intrínsecos que pueden afectar al proyecto e identificar sus características.	Revisión de documentación, información hidro climatológica histórica, Tormenta de ideas, Fichas de anexos OSCE y lista de control Juicio de expertos y buenas prácticas.
Análisis cualitativo de Riesgos	Determinar para cada riesgo su probabilidad de ocurrencia y su nivel de impacto, para calificarlo Establecer su clasificación.	Análisis y correlación de data existente documentada, Tormenta de ideas, juicio de expertos listas de control.
Análisis cuantitativo de Riesgo	Evaluar cuantitativamente la influencia en los objetivos costo, tiempo del proyecto.	Software de simulación Montecarlo (@Risk), Juicio de Experto.
Planificación de respuesta a los Riesgos	Identificar acciones o actividades que den respuesta a los riesgos para reducir el impacto del riesgo.	Estrategia de Respuesta a las amenazas (Matriz de análisis) Juicio de Experto.

Fuente: Elaboración propia.

En la etapa de identificación de riesgos se procedió a recolectar la información existente de la infraestructura y de obras ejecutadas de características similares en el ámbito de la región Cajamarca, así como la información obtenida por juicio de expertos representados por profesionales del ámbito que han participado de alguna forma en la concepción y ejecución de proyectos similares; se utilizaron los formatos oficiales de la OSCE dados en la directiva 012-2017 (denominados Anexo 1 y Anexo 3) identificados en el presente trabajo como anexos 8 y 9.

En la etapa de planificación para la construcción de la presa derivadora Huayrapongo, los riesgos fueron seleccionados teniendo en consideración la influencia de la estacionalidad durante el proceso constructivo. En la tabla 6, se presenta la relación de los 16 riesgos más significativos que impactan en las variables de estudio consecuentemente en los objetivos de la investigación. De los dieciséis riesgos identificados los doce primeros fueron considerados como riesgos internos y dentro de estos riesgos como riesgos locales se tienen los diez primeros y los dos últimos como riesgos globales. Dentro de los riesgos locales se consideran los riesgos técnicos en la obra, entre los que tenemos: el riesgo R-01 que está enfocado hacia los trabajos de excavaciones profundas en donde se presentan esfuerzos de suelos que en caso no ser entibados correctamente se incurre en peligros cuya probabilidad de ocurrencia puede ser muy alta, dado que los suelos en el lecho del río Cajamarquino son suelos granulares muy inestables ante cospes verticales; el riesgo R-02 que se refiere al incremento de los niveles de agua en el río Cajamarquino por el efecto de las precipitaciones intensas que se pueden generar durante la ejecución que impactarán en los costos y consecuentemente en los tiempos de ejecución; el riesgo R-03 orientado a los encofrados de elementos que por situaciones de mal tiempo no se tiene el especial cuidado generando algunos elementos inestables que cuando empiecen a trabajar soportando las cargas pueden ceder fácilmente; el riesgo R-04 referido a condiciones de inundación de campamento dado que la zona de emplazamiento de la obra se encuentra en una zona plana con sección transversal del lecho del tipo parabólico plano por lo que a tirantes sobre el metro se pueden generar inundación en un área muy grande en los alrededores de la estructura; el riesgo R-05 se refiere a la deficiente provisión de agregados ya que éste es muy variable dado que las canteras de río tienen sus depósitos en las márgenes del río lo que genera que en máximas avenidas en estación lluviosa pueden ser impactados por los desbordes temporales del río; el riesgo R-06 referido a los problemas en los desplazamientos que puede sufrir el personal en obra dado que al tener superficies mojadas se impactará directamente en los rendimientos que disminuirán es la estación lluviosa generando ocasionalmente accidentes de caídas con lecciones leves a importantes, el riesgo R-07 referido al incremento de costos de agregados por la demanda y poca oferta en la estación lluviosa ya que los fuertes caudales no permiten extraer la materia

prima para la selección y elaboración de agregados para el concreto y afines; el riesgo R-08 se refiere a que como la maquinaria pesada tendrá que trabajar en el lecho del río cajamarquino los subcontratistas pueden negarse a poner a trabajar su maquinaria debido a que en algunos casos se tendrán tirantes y velocidades muy altas con el arrastre de material sólido de río que pueden impactar en sus máquinas pudiendo generarles algunos desperfectos; el riesgo; el riesgo R-09 está enfocado en los problemas de estabilidad y sustentación de los elementos estructurales generalmente de concreto los cuales al ser impactados por las aguas con fuertes velocidades la fuerza tractiva de éstas puede generar un proceso de erosión y luego la socavación de las estructuras debilitando su cimentación natural; el riesgo R-10 dado que se está trabajando en un lecho del río que es estacional y sus caudales dependen de las precipitaciones, al no tener certeza en la cantidad de agua que puede discurrir podría generarse invasión de las aguas superficiales en los vaciados de los elementos de concreto generando variación en el contenido de agua en la proporción conllevando a la disminución de la resistencia y calidad de dichos elementos. Luego tenemos los riesgos medioambientales y de seguridad entre ellos el riesgo R-11 referido a las condiciones climáticas propias de la sierra donde se ubica Cajamarca que pueden generar retrasos en la ejecución de las actividades programadas; el riesgo R-12 corresponde a uno de los riesgos latentes muy comunes ya que la maquinaria pesada y camiones que ejecutarán la obra pueden tener fugas de aceites y combustibles que generan peligros en mayor magnitud en estación seca ya que en los caudales pequeños se puede generar una gran concentración. También tenemos dos riesgos naturales los cuales el riesgo R-13 se refiere a las descargas eléctricas que se pueden generar durante la ejecución de las actividades del proyecto, descargas que pueden ser mas intensas en estación lluviosa; y el riesgo R-14 que se refiere a las precipitaciones intensas en la cuenca colectora las cuales pueden generar caudales extraordinarios que pueden de alguna forma desestabilizar las estructuras generando adicionales de obra para reparar o reconstruir algunas de ellas. Por último, tenemos los riesgos sociales entre los que tenemos el riesgo R-15 referido a las paralizaciones de obra por problemas de falta de liquidez de la empresa constructora dado que es el caso de una obra con muchos beneficiarios en la mayoría de estos casos se negocia la intervención de los usuarios como mano de obra no calificada principalmente y la que

puede generar dichas paralizaciones sin permitir acceso a la obra; por último se tiene el riesgo R-16 referido a los problemas de inundaciones en los terrenos aledaños a las obras tanto de uso agrícola, pecuario, agricultura y otros que pueden ser impactados por los trabajos como canalizaciones del río para poder desarrollar algunas de las actividades dentro del proyecto.

*Tabla 6
Riesgos que fueron identificados en la etapa de planificación de la construcción.*

RIESGOS IDENTIFICADOS EN EL PROYECTO					
PROYECTO CONSTRUCCIÓN PRESA DERIVADORA HUAYRAPONGO - CAJAMARCA	RIESGOS INTERNOS	RIESGOS LOCALES	RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA	R-01	Debido a la desestabilización de suelos por esfuerzos laterales podría ocurrir derrumbes en excavaciones profundas para estructuras impactando en mayor costo y tiempo en el proyecto
				R-02	Debido al incremento en los niveles de agua en el río podría generar inundación del emplazamiento de la obra impactando en mayores costos y tiempos para rehacer elementos dañados.
				R-03	Debido a la deficiencia en trabajos ejecutados por mano de obra calificada podría haber desprendimiento de encofrados y pérdida de concreto impactando en el tiempo y calidad de la obra.
				R-04	Debido a la ubicación inapropiada del campamento de obra podría generarse inundación impactando en el normal desarrollo de las actividades del proyecto.
				R-05	Debido a la provisión deficiente de materiales de obra podría fallar el desarrollo de la ingeniería del proyecto sin información definitiva impactando en el tiempo de ejecución de la obra.
				R-06	Debido a que existen superficies mojadas en el área de trabajo podría generarse una disminución del rendimiento por trabajos en superficies resbalosas impactando en el cumplimiento de las metas diarias.
				R-07	Debido a la disminución de la producción en plantas chancadoras de las canteras cercanas por niveles elevados del río podría sufrir incremento el costo de los agregados impactando en los costos y tiempos del proyecto.
				R-08	Debido a que la maquinaria pesada va a trabajar en el lecho del río podría haber deserción de subcontratistas de maquinaria impactando en los tiempos y costos de ejecución de obra.
				R-09	Debido a las crecidas del río inusuales en los meses de ejecución de la obra podrían generarse daños a la estructuras de concreto emplazadas en el río durante el proceso constructivo impactando en la calidad de la obra.
				R-10	debido a las condiciones climáticas severas que generen un incremento en la cantidad de agua en la mezcla podría generarse la reducción de la resistencia del concreto impactando en la calidad de la obra.
	RIESGOS GLOBAL	RIESGOS DE MEDIO AMBIENTALES Y SEGURIDAD	R-11	Debido a la poca visualización por condiciones climáticas adversas podría generarse accidentes fatales durante los trabajos de movimiento de tierras impactando en el tiempo y costos adicionales de obra.	
			R-12	Debido a los trabajos con maquinaria pesada y aditivos en el lecho del río podría generarse afectación a los recursos naturales (flora, fauna y agua) impactando en el tiempo y costos por posibles paralizaciones.	
	1.1 RIESGOS EXTERNOS	RIESGOS NATURALES	R-13	Debido a la nubosidad muy densa propia de la estación del año podría generarse descargas eléctricas que afecten al personal en obra impactando en el tiempo de ejecución de la obra.	
			R-14	Debido a las precipitaciones máximas extraordinarias en la cuenca colectora del río Cajamarquino podría generarse máximas avenidas que desestabilicen las estructuras ya construidas impactando en el costo y tiempo de ejecución.	
		RIESGOS SOCIALES	R-15	Debido a que existe personal obrero impago por falta de liquidez de la empresa podría generarse paralización de la obra por reclamos de la comunidad impactando en el tiempo de ejecución.	
			R-16	Debido a que se ha ejecutado el encausamiento del río no teniendo la previsión por época del año podría generarse inundación en áreas de vivienda, agrícolas, etc cercanas al proyecto impactando en costos y tiempos de ejecución.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7
Análisis cualitativo de los Riesgos intrínsecos en el proyecto para su ejecución en estación seca.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS EN EL PROYECTO - ESTACION SECA										
RBS	Proyecto:		Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino							
	Tesis:		Luis Vásquez Ramírez							
	Enunciado de riesgo			Entregable afectado	Grado de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Número de probabilidad de riesgo	Dueño de la acción	Impacto en el costo de la actividad	Tipo de riesgo
Causa	Evento incierto	Impacto	A		B	AxB				
1 RIESGOS INTERNOS										
1.1. RIESGOS LOCALES										
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA										
R-01	Desestabilización de suelos por esfuerzos laterales	Derrumbes en excavaciones para estructuras	Mayor volumen de excavación y de relleno	Movimiento de tierras en azud y muros de encausamiento	0.2	0.3	0.060	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-02	Incremento en los niveles de agua en el río	Inundación del emplazamiento de la obra, mientras se ejecutan las partidas de obra	Rehacer elementos	Obras preliminares y de concreto en azud y muros de encausamiento	0.05	0.1	0.005	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 1 % del costo de la actividad	Amenaza
R-03	Deficiencia en trabajos ejecutados por mano de obra calificada	Desprendimiento de encofrado y pérdida de concreto	Retrazo en la ejecución de obra y pérdida de material para enfrado	Obras de concreto en azud o bocatoma	0.1	0.3	0.030	Maestro de obra	Incremento en 3 % del costo de la actividad	Amenaza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8
Análisis cualitativo de los Riesgos intrínsecos en el proyecto para su ejecución en estación lluviosa.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS EN EL PROYECTO - ESTACION LLUVIOSA										
RBS	Proyecto:		Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino							
	Tesis:		Luis Vásquez Ramírez							
	Enunciado de riesgo			Entregable afectado	Grado de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Número de probabilidad de riesgo	Dueño de la acción	Impacto en el costo de la actividad	Tipo de riesgo
Causa	Evento incierto	Impacto	A		B	AxB				
1 RIESGOS INTERNOS										
1.1. RIESGOS LOCALES										
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA										
R 01	Desestabilización de suelos por esfuerzos laterales	Derrumbes en excavaciones para estructuras	Mayor volumen de excavación y de relleno	Movimiento de tierras en azud y muros de encausamiento	0.4	0.5	0.200	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 8 % del costo de la actividad	Amenaza
R-02	Incremento en los niveles de agua en el río	Inundación del emplazamiento de la obra, mientras se ejecutan las partidas de obra	Rehacer elementos	Obras preliminares y de concreto en azud y muros de encausamiento	0.4	0.7	0.280	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 10 % del costo de la actividad	Amenaza
R-03	Deficiencia en trabajos ejecutados por mano de obra calificada	Desprendimiento de encofrado y pérdida de concreto	Retrazo en la ejecución de obra y pérdida de material para enfrado	Obras de concreto en azud o bocatoma	0.2	0.3	0.060	Maestro de obra	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 7 y 8 (que se encuentran completas con los dieciséis riesgos en los anexos 4 y 5 respectivamente), se presenta la calificación de los riesgos intrínsecos en el proyecto para las dos estaciones de análisis, tanto la estación seca como para la estación lluviosa y se puede notar que puede variar tanto la probabilidad de ocurrencia como los grados de impacto. Se puede notar que para los riesgos locales y específicamente riesgos técnicos en la obra existe una gran diferencia en cuanto a su análisis cualitativo, por ejemplo en lo que corresponde al evento incierto de derrumbes en excavaciones para estructuras construidas en el lecho del río o márgenes en la estación seca se tiene un grado de impacto de 0.2 y una probabilidad de ocurrencia de 0.3 mientras que en la estación lluviosa su grado de impacto se duplica y su probabilidad de ocurrencia se incrementa casi en un 70% por lo que la calificación del riesgo en la estación seca es de prioridad moderada mientras que en la estación lluviosa tiene una prioridad alta, lo que hace prever que su tratamiento para una adecuada gestión requerirá mayores recursos tanto humanos como monetarios. Caso aún más significativo se representa con el segundo riesgo ya que de su evaluación cualitativa se concluye que es un riesgo de prioridad baja mientras que para la estación lluviosa resulta ser un riesgo de prioridad alta; lo que genera mucha incertidumbre las fechas de inicio y los adicionales de plazos en este tipo de construcciones ya que al pasa de una estación a otra sin la previsión del caso los riesgos pueden sufrir una transformación en muchos casos desastrosa para la entidad y la empresa constructora así como para los usuarios y actores del entorno del proyecto. De igual forma en casi todos los riesgos identificados se sigue este tipo de patrón con los impactos y las probabilidades.

Para la categorización tanto de la probabilidad, así como de los grados de impacto, se tuvo en consideración los valores indicados en las tablas 9 y 10. Siendo la categoría más alta para la probabilidad de 0.90 correspondiente a Muy alta mientras que la menor categoría corresponde a la muy baja con un valor de 0.10; para los grados de impacto se tienen tres categorizaciones según los objetivos del proyecto correspondientes a los costos, los tiempos y la calidad.

Tabla 9
Categoría de Probabilidad de los Riesgos en el proyecto.

CATEGORIA DE PROBABILIDAD	
MUY ALTA	0,90
ALTA	0,70
MODERADA	0,50
BAJA	0,30
MUY BAJA	0,10

Fuente: Adaptado de PMBOK, sexta edición (2017)

Tabla 10
Grado de impacto de los Riesgos en el proyecto.

Objetivo del Proyecto	Muy bajo / 0.05	Bajo / 0.10	Moderado / 0.20	Alto / 0.40	Muy alto / 0.80
COSTO	Aumento del costo Hasta 2%	Aumento del costo del 2% al 5%	Aumento del costo del 5% al 8%	Aumento del costo del 8% al 12 %	Aumento del costo Mayor al 12%
TIEMPO	Aumento del tiempo Hasta 2%	Aumento del tiempo < 2% - 5%]	Aumento del tiempo del < 5% - 10%]	Aumento del tiempo del < 10% - 15%]	Aumento del tiempo en más del 15%
CALIDAD	Disminución de la calidad apenas perceptible	Sólo los elementos temporales se ven afectadas	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento terminado del proyecto es efectivamente inservible

Fuente: Adaptado de PMBOK, sexta edición (2017)

Los resultados de los niveles de riesgo encontrados en las tablas 7 y 8, tanto para los riesgos intrínsecos como para los riesgos residuales nos permitieron visualizar y evaluar la influencia de la estacionalidad del río Cajamarquino en la Gestión de los riesgos para la etapa de planificación en la construcción de la presa derivadora Huayrapongo-Cajamarca.

El análisis cuantitativo de los riesgos identificados se aplicó a los costos representados por el presupuesto de obra y el cronograma respectivamente, tomando como utilizó un formato estándar presentado en la tabla 11, donde se pueden apreciar todas las características de análisis por cada uno de los riesgos identificados en las actividades principales representadas por las partidas generales como son las obras provisionales así con en la construcción de la bocatoma o azud del tipo cimacio de concreto y la construcción de los muros de protección que servirán para el encausamiento del río para disipar los impactos negativos que puede generar la construcción

de una obra transversal en el lecho del río que se convierte en un elemento obstructor por naturaleza y que como elemento extraño va a modificar las condiciones naturales de flujo de las aguas en el tramo de influencia del río.

Tabla 11

Presupuesto de obra propuesto en la planificación para la construcción de la presa derivadora Huayrapongo - Cajamarca.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
1.00.00	OBRAS PROVISIONALES					14,310.65
1.01.00	CARTEL DE OBRA	UND	1.00	2,368.84	2,368.84	
1.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	GLB	1.00	1,668.12	1,668.12	
1.03.00	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	M2	50.00	205.47	10,273.68	
2.00.00	AZUD O BOCATOMA					397,206.52
2.01.00	OBRAS PRELIMINARES					1,059.52
2.01.01	DESVIO PROVISIONAL DE CAUCE	GLB	1.00	1,059.52	1,059.52	
2.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					108,364.68
2.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO BAJO AGUA	M3	486.95	69.50	33,841.63	
2.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION C/QUIPO	M3	584.34	17.89	10,455.19	
2.02.03	ENROCADO	M3	77.00	832.05	64,067.85	
2.03.00	OBRAS DE CONCRETO					286,714.12
2.03.01	AZUD Y LOSA DE CONCRETO FC=175 KG/CM2 +50% P/G	M3	486.95	551.85	268,722.05	
2.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	256.13	58.64	15,019.71	
2.03.03	JUNTA DE DILATAION e=1"	M	162.31	15.30	2,483.49	
2.03.04	JUNTA DE CONTRACCION e=1"	M	95.84	5.10	488.87	
2.04.00	TARRAJEO SECTOR COMPUERTA					67.20
2.04.01	TARRAJEO MEZCLA 1:3	M2	1.82	36.92	67.20	
2.05.00	ESTRUCTURAS METALICAS					1,000.00
2.05.01	COMPUERTA DE CAPTACION	UND	1.00	1,000.00	1,000.00	
3.00.00	MUROS DE ENCAUZAMIENTO					441,948.36
3.01.00	OBRAS PRELIMINARES					325.32
3.01.01	DESBRUCE Y LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	141.00	2.31	325.32	
3.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					25,754.46
3.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO BAJO AGUA	M3	211.50	69.50	14,698.65	
3.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	141.00	78.41	11,055.81	
3.03.00	OBRAS DE CONCRETO					232,238.74
3.03.01	MUROS: CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	161.50	779.23	125,848.02	
3.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	M2	564.48	73.10	41,264.19	
3.03.03	ACERO FY=4,200 KG/CM2	KG	5,978.08	10.71	64,024.74	
3.03.04	JUNTA DE DILATAION e=1"	M	36.12	8.84	319.33	
3.03.05	CURADO CON ADITIVO QUIMICO	M2	583.30	1.34	782.45	
3.04.00	ANTECANAL DE CONCRETO ARMADO					183,630.85
3.04.01	CANAL: CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	110.85	779.23	86,374.80	
3.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CANAL	M2	1,041.29	73.10	76,119.60	
3.04.03	ACERO FY=4,200 KG/CM2	KG	1,704.97	10.71	18,260.09	
3.04.04	JUNTA DE DILATAION e=1"	M	182.60	6.87	1,254.26	
3.04.05	CURADO CON ADITIVO QUIMICO	M2	1,209.24	1.34	1,622.10	
				COSTO DIRECTO = S/.		853465.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Cuantificación del costo esperado por entregable según estructura de desglose de entregables (EDT) – estación seca.

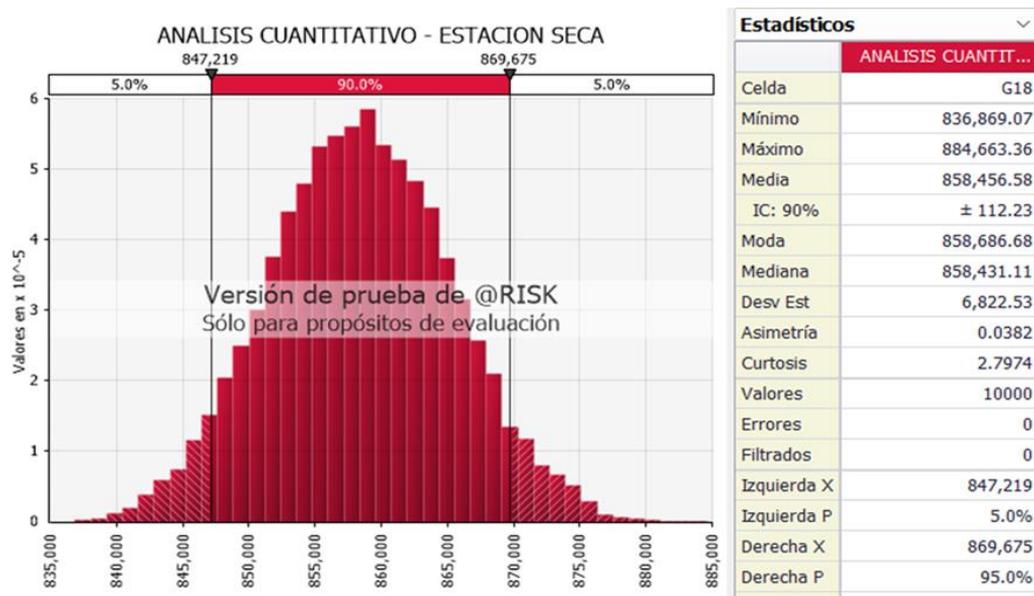
Item	ENTREGABLES / EDT	Costo base S/.	Costo Mínimo (S/.)	Costo Mas probable (S/.)	Costo Máximo (S/.)	Costo ESPERADO (S/.)
1.00.00	OBRAS PROVISIONALES					
1.01.00	CARTEL DE OBRA	2368.84	2368.84	2368.84	2368.84	2368.84
1.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	1668.12	1601.40	1668.12	1734.85	1668.12
1.03.00	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	10273.68	10222.31	10273.68	10325.05	10273.68
2.00.00	AZUD O BOCA TOMA					0.00
2.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1059.52	1054.22	1059.52	1064.82	1059.52
2.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	108364.68	106197.38	108364.68	113782.91	108906.50
2.03.00	OBRAS DE CONCRETO	286714.12	280979.84	286714.12	301049.83	288147.69
2.04.00	TARRAJEO SECTOR COMPUERTA	672.03	668.67	672.03	675.39	672.03
2.05.00	ESTRUCTURAS METALICAS	2400.36	2280.34	2400.36	2520.38	2400.36
3.00.00	MUROS DE ENCAUZAMIENTO					0.00
3.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1206.96	1200.93	1206.96	1212.99	1206.96
3.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	25754.46	25239.37	25754.46	27042.18	25883.23
3.03.00	OBRAS DE CONCRETO	232238.74	220626.80	232238.74	243850.67	232238.74
3.04.00	ANTECANAL DE CONCRETO ARMADO	183630.85	174449.31	183630.85	192812.39	183630.85
	COSTO DIRECTO DE OBRA = S/.	856352.36	826889.42	856352.36	898440.31	858456.53

Fuente: Elaboración propia.

A los entregables generales del proyecto se aplicó la simulación para determinar el costo esperado aplicando el software @Risk, los resultados se observan en las figuras 9, 10 y 11.

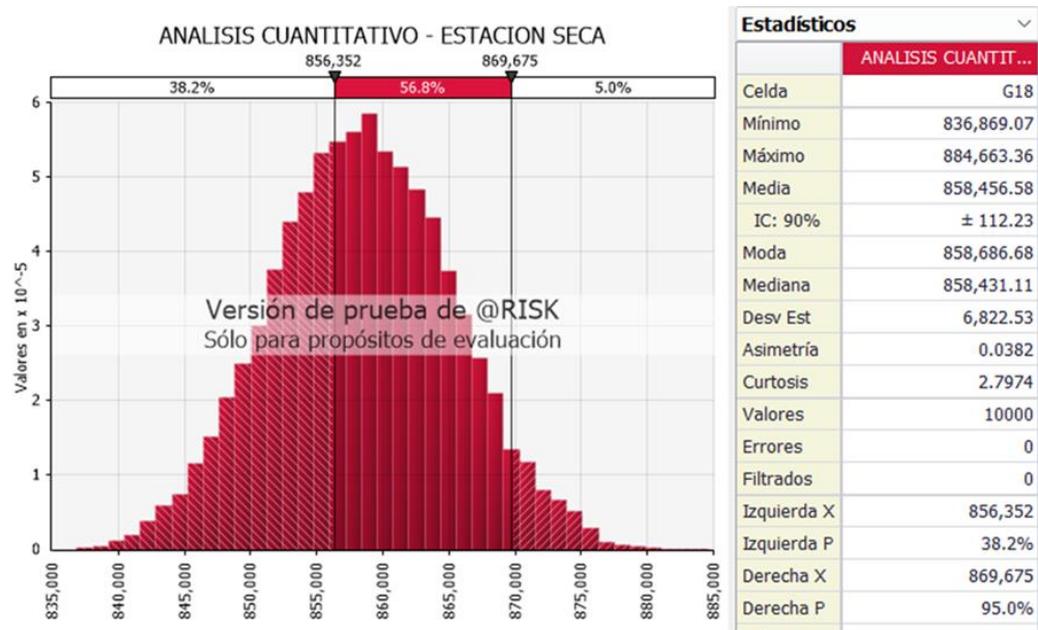
Figura 9

Estadísticos de la simulación de costos en software @Risk para estación seca



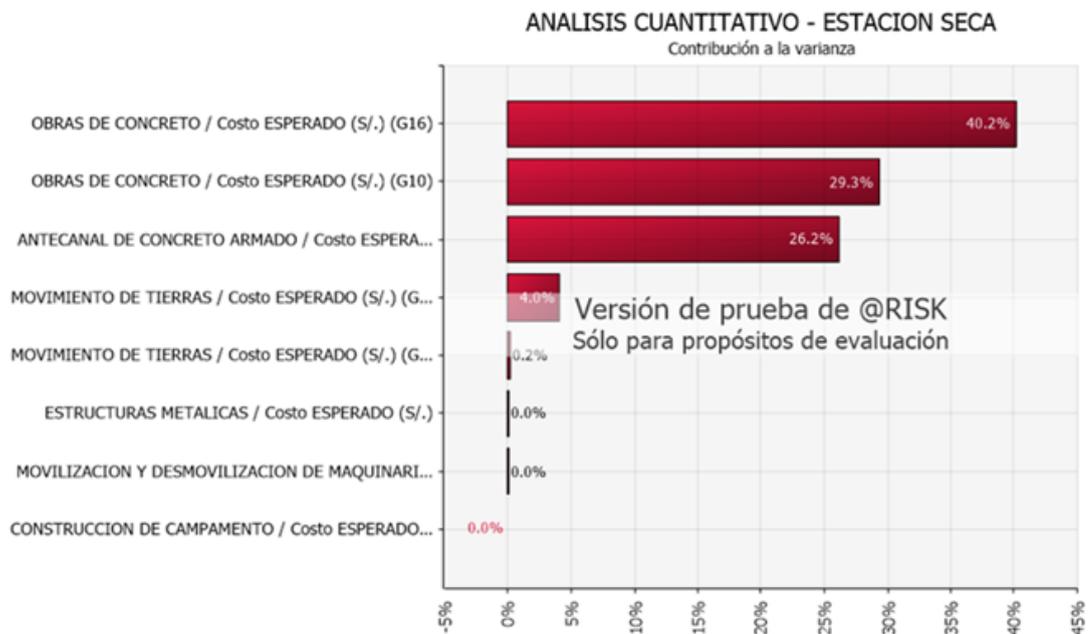
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10
 Probabilidad de llegar al presupuesto base y costo estimado al 95% de certeza en estación seca.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11
 Contribución a la varianza para cada tipo de entregable - estación seca.



Fuente: Elaboración propia.

Para la estación lluviosa al igual que para la estación seca se procedió a simular el costo esperado en el proyecto presentándose los resultados en la tabla 13 y las figuras 12 y 13

Tabla 13

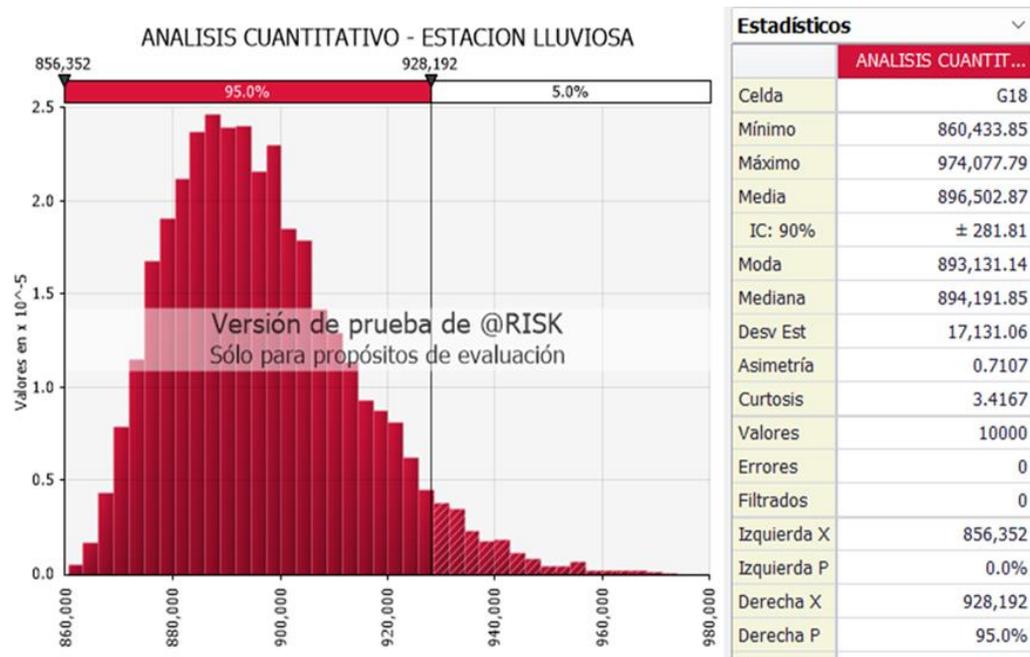
Quantificación del costo esperado por entregable según estructura de desglose de entregables (EDT) – estación lluviosa.

Item	ENTREGABLES /EDT	Costo base S/.	Costo Mínimo (S/.)	Costo Mas probable (S/.)	Costo Máximo (S/.)	Costo ESPERADO (S/.)
1.00.00	OBRAS PROVISIONALES					
1.01.00	CARTEL DE OBRA	2368.84	2321.47	2368.84	2368.84	2360.95
1.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	1668.12	1668.12	1668.12	1918.34	1709.82
1.03.00	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	10273.68	10273.68	10273.68	13869.47	10872.98
2.00.00	AZUD O BOCATOMA					
2.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1059.52	1059.52	1059.52	1165.47	1077.18
2.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	108364.68	108364.68	108364.68	151710.55	115588.99
2.03.00	OBRAS DE CONCRETO	286714.12	286714.12	286714.12	372728.36	301049.83
2.04.00	TARRAJEO SECTOR COMPUERTA	672.03	658.59	672.03	685.47	672.03
2.05.00	ESTRUCTURAS METALICAS	2400.36	2280.34	2400.36	2520.38	2400.36
3.00.00	MUROS DE ENCAUZAMIENTO					
3.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1206.96	1206.96	1206.96	1327.66	1227.08
3.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	25754.46	25754.46	25754.46	36056.24	27471.42
3.03.00	OBRAS DE CONCRETO	232238.74	232238.74	232238.74	301910.36	243850.67
3.04.00	ANTECANAL DE CONCRETO ARMADO	183630.85	183630.85	183630.85	211175.48	188221.62
	COSTO DIRECTO DE OBRA = S/.	856352.36	856171.53	856352.36	1097436.62	896502.93

Fuente: Elaboración propia.

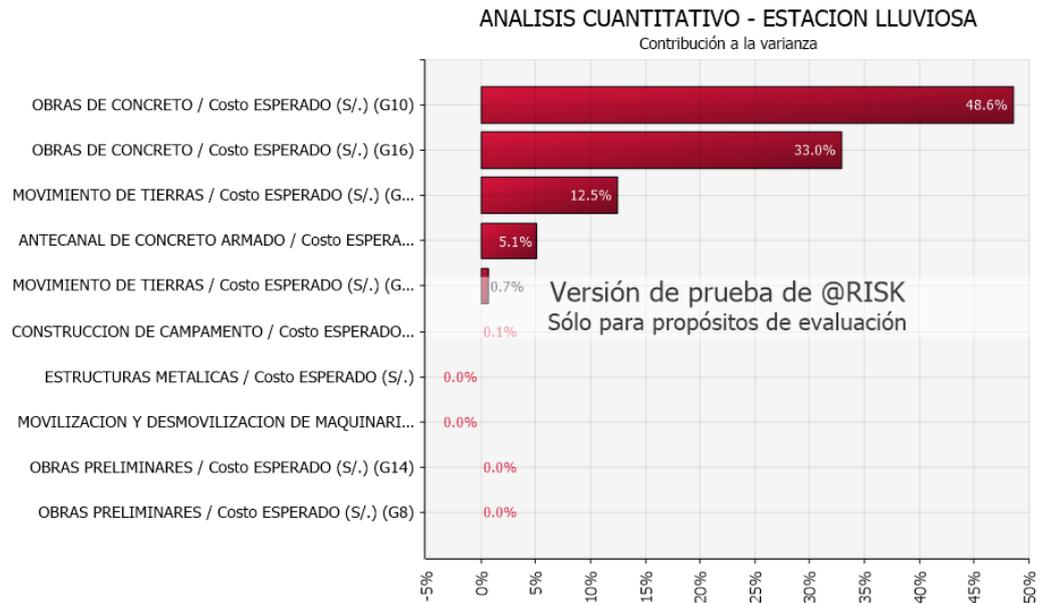
Figura 12

Probabilidad de llegar al presupuesto base y costo estimado al 95% de certeza en estación lluviosa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13
Contribución a la varianza según el tipo de entregable - estación lluviosa.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede notar en la figura 13 en la estación lluviosa son las obras de concreto armado en la estructura principal cimacio y poza disipadores de energía las que generan mayor variación al costo en el proyecto con un 48.6% seguido de las obras de concreto armado en los trabajos de encausamiento con la construcción de los muros que serán de concreto armado con un 33% pero también es importante el aporte a la varianza de las obras de excavaciones con un 12.5% por lo que los riesgos intrínsecos deben ser gestionados en ese orden de importancia para reducirlos o mitigarlos.

El proceso de planificación de la respuesta que se dará a los riesgos se enfocó a la aplicación de estrategia de respuesta a las amenazas contempladas en la generación de algunas actividades y acciones según el tipo de riesgo mostrados en las tablas 14 y 15.

Tabla 14

Riesgos residuales según la planificación de respuesta a cada riesgo en estación seca.

RESPUESTA A LOS RIESGOS Y RIESGOS RESIDUALES - ESTACION SECA							
RBS	Proyecto:	Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino					
	Tesista:	Luis Vásquez Ramírez					
	Tipo de riesgo	Estrategia de respuesta	Respuesta		Nuevo grado de Impacto	Nueva probabilidad de ocurrencia	Nuevo número de prioridad de riesgo
			Estrategia/acción (es)	Entregable	C	D	CxD
1 RIESGOS INTERNOS							
1.1. RIESGOS LOCALES							
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA							
R-01	Amenaza	MITIGAR	Control del proceso de bombeo durante las horas de trabajo y en el vaciado al inicio de actividades en áreas de trabajo	Informes diarios con registro fotográfico de trabajos de excavación profunda	0.1	0.2	0.020
R-02	Amenaza	MITIGAR	Ampliar sección del cauce del río que sirve como desvío provisional de aguas	Reajuste de secciones de cauce para desvío provisional, según etapa constructiva	0.05	0.1	0.005
R-03	Amenaza	MITIGAR	Uso de equipo topográfico y verificación del plomo y resistencia de los encofrados	Se presentará el formato de liberación de actividad con todos los parámetros exigidos en la actividad.	0.1	0.1	0.010

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Riesgos residuales según la planificación de respuesta a cada riesgo en estación lluviosa.

RESPUESTA A LOS RIESGOS Y RIESGOS RESIDUALES - ESTACION LLUVIOSA							
RBS	Proyecto:	Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino					
	Tesista:	Luis Vásquez Ramírez					
	Tipo de riesgo	Estrategia de respuesta	Respuesta		Nuevo grado de Impacto	Nueva probabilidad de ocurrencia	Nuevo número de prioridad de riesgo
			Estrategia/acción (es)	Entregable	C	D	CxD
1 RIESGOS INTERNOS							
1.1. RIESGOS LOCALES							
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA							
R-01	Amenaza	MITIGAR	Control del proceso de bombeo durante las horas de trabajo y en el vaciado al inicio de actividades en áreas de trabajo	Informes diarios con registro fotográfico de trabajos de excavación profunda	0.2	0.3	0.060
R-02	Amenaza	MITIGAR	Ampliar sección del cauce del río que sirve como desvío provisional de aguas	Reajuste de secciones de cauce para desvío provisional, según etapa constructiva	0.2	0.3	0.060
R-03	Amenaza	MITIGAR	Uso de equipo topográfico y verificación del plomo y resistencia de los encofrados	Se presentará el formato de liberación de actividad con todos los parámetros exigidos en la actividad.	0.1	0.1	0.010

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Las precipitaciones de las zonas altoandinas de la sierra norte del Perú están determinadas por estacionalidad mensual, determinándose para el caso de estudio que la estación seca o de estiaje está conformada por todo el mes de junio, todo julio, todo agosto y parte del mes de setiembre; mientras que los meses representativos de la estación lluviosa son el mes de enero, mes de febrero, mes de marzo y mes de abril, como se puede apreciar en la figura 9, obtenido luego del procesamiento de la información digital de acceso libre del SENAMHI.

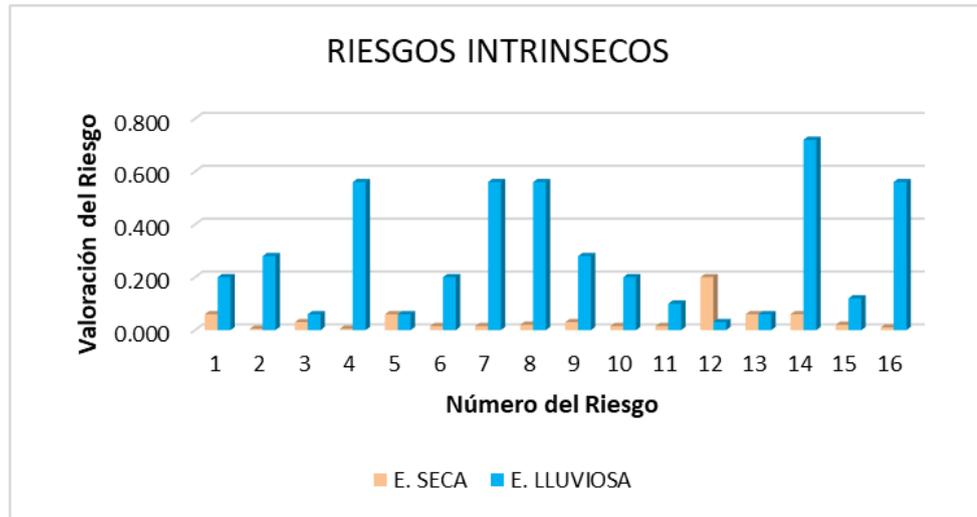
En el hidrograma de la figura 10, se puede visualizar el comportamiento de los tirantes en el río durante los doce meses del año notándose que a partir de la mitad del mes de abril los tirantes tienen una tendencia descendente hasta mediados del mes de setiembre, para luego empezar a ascender, alcanzando su nivel más bajo en julio, mientras que los meses donde los tirantes del río son mayores lo constituyen principalmente los meses de enero, todo febrero y parte de marzo.

Del análisis del hidrograma de la figura 10 y el hietograma de precipitaciones de la figura 9, podemos definir como meses de la estación seca a los meses de junio, julio, agosto y setiembre, mientras que la estación lluviosa lo conforman los meses de enero, febrero, marzo y abril.

En las figuras 14 y 15 se puede visualizar la variación que existe en los riesgos intrínsecos como residuales, los cuales están influenciados muy notoriamente por la estacionalidad teniendo para los riesgos intrínsecos valores máximos de riesgos de 0.20 para la estación seca y 0.70 para la estación lluviosa; mientras que para los riesgos residuales se tienen valores máximos de 0.03 y 0.6 también respectivamente.

Comparando las valoraciones de los riesgos el 94% tienen mayor magnitud en la estación lluviosa y solamente el 6% (1 riesgo) en la estación seca, lo cual es una prueba muy importante para afirmar que la estacionalidad influye significativamente en las etapas de identificación y validación de los riesgos en la etapa de análisis correspondiente al proceso de planificación de la ejecución del proyecto.

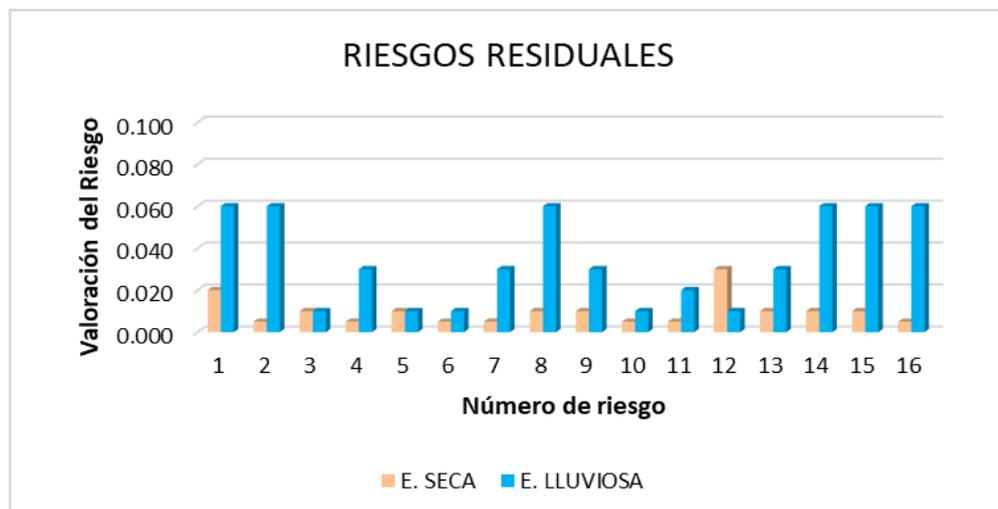
Figura 14
Valoración de los riesgos intrínsecos para estación seca y lluviosa.



Fuente: Elaboración propia.

Comparativamente los riesgos residuales entre estaciones seca y lluviosa no llegan a igualar su valoración, por lo que para el caso de la estación lluviosa se tiene que el 37.5% de los riesgos su prioridad es del tipo moderado dado que las condiciones climáticas y el entorno donde se desarrollan cada una de las actividades no pueden aislarse del sistema físico natural; mientras que en la estación seca al disminuir la probabilidad de ocurrencia la respuesta a los riesgos es más efectiva y reduce su prioridad en el 100% de los riesgos a un nivel bajo, dando una mejor performance para la ejecución del proyectos, resultados que se muestran en la figura 15.

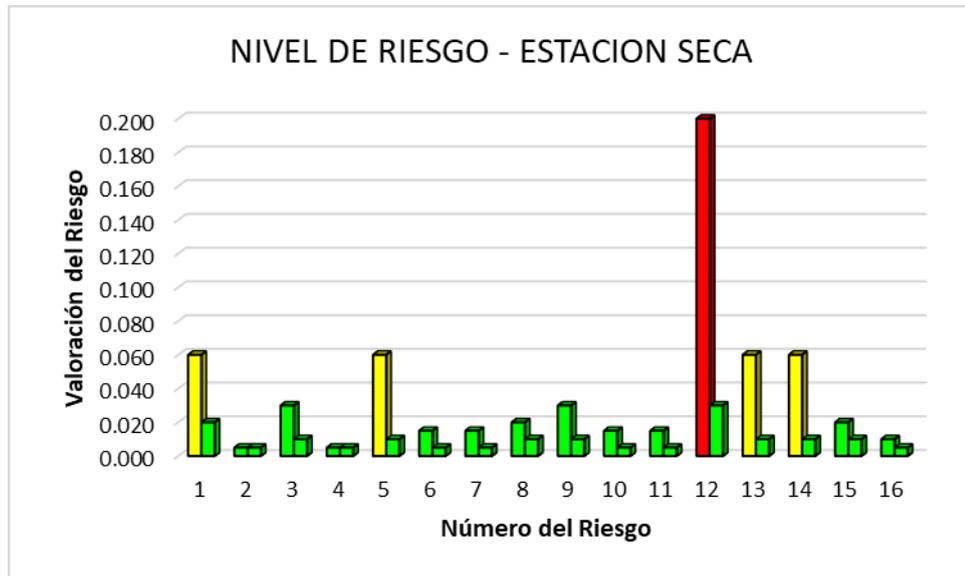
Figura 15
Valoración de los riesgos residuales para estación seca y lluviosa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

Valoración de los riesgos intrínsecos (primera columna) y residuales (segunda columna) - estación seca.

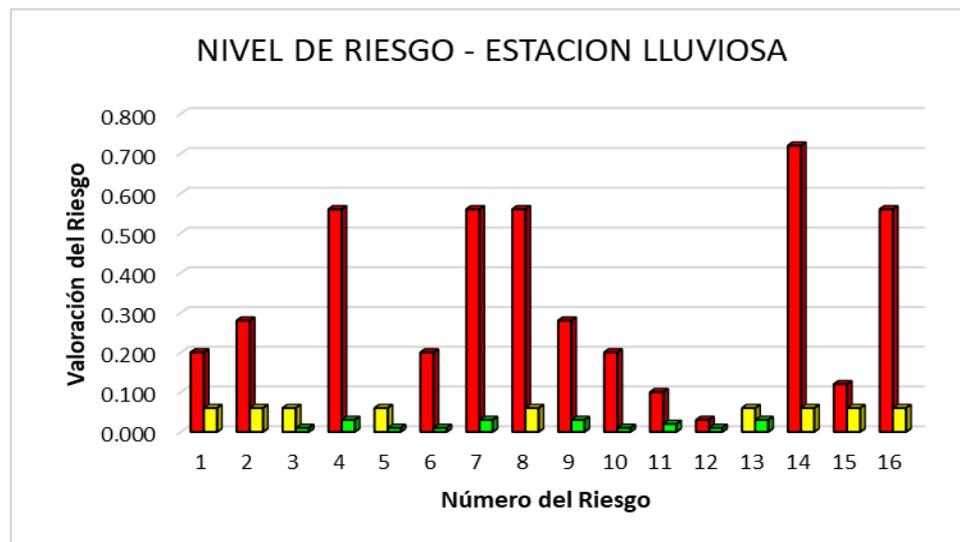


Fuente: Elaboración propia.

En la estación seca se puede evidenciar que solamente existe un riesgo con prioridad alto, 4 riesgos con prioridad moderado y 11 riesgos con prioridad bajo; todo lo contrario, se visualiza en la figura 16 para la estación lluviosa donde se tienen 12 riesgos con prioridad alto, 3 riesgos con prioridad moderado y solamente un riesgo con prioridad bajo.

Figura 17

Valoración de los riesgos intrínsecos (primera columna) y residuales (segunda columna) - estación lluviosa.



Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de los riesgos tanto intrínsecos como residuales para los períodos secos y lluviosos que se presentan en las figuras 16 y 17 se puede evidenciar que la estacionalidad es muy importante e influye mucho en la gestión de riesgos en la construcción de las presas derivadoras en ríos altoandinos de la región Cajamarca, ya que su magnitud es mucho mayor cuando la estación es lluviosa tanto en los riesgos intrínsecos como en los riesgos residuales para la estación considerada como lluviosa, mientras que en la estación considerada seca sucede lo contrario, existiendo algunas excepciones como los riesgos al medio ambiente que en época de estiaje éstos pueden ser mayores.

Del análisis numérico de la influencia de los riesgos y su gestión en los entregables del proyecto en cuanto al costo de ejecución en la estación seca se puede visualizar en los resultados plasmados en las figuras 9 y 10 que existe una probabilidad del 38.2% que se culmine el proyecto con el presupuesto programado; además se puede notar que el costo esperado considerando las incertidumbres con un nivel de certeza del 95% es de 869 675.00 soles, lo que genera una contingencia para culminar el proyecto de 13,323.00 soles. Mientras que en el caso de que el proyecto sea ejecutado en estación lluviosa, según la figura 12, la probabilidad de que culmine el proyecto con el presupuesto programado es del 0%, con un costo esperado considerando las incertidumbres con un nivel de certeza del 95% de 928,192.00 soles lo que generaría una contingencia para culminar el proyecto de 71,840.00 los que representa aproximadamente 5.4 veces más presupuesto para la contingencia con respecto a la estación seca.

Los resultados encontrados en esta investigación orientada al proceso de identificación de riesgos del proyecto refuerzan lo indicado por SZYMAŃSKI (2017), quién mencionaba que la identificación de los riesgos del proyecto están enfocados principalmente en la determinación de qué tipos de riesgos pueden afectar al proyecto y es necesario la estimar la probabilidad de que ocurra en el proyecto, lo que en la presente investigación se lo ha determinado con un enfoque hidro climatológico e hidráulicos relacionando las

precipitaciones y los niveles de agua en el río que se constituyen en el peligro inminente, encontrándose que ésta variable independiente tiene un efecto determinante en todo el proceso de gestión de los riesgos para éste tipo de estructuras.

Al igual que Roa Quintero (2017), que terminada su investigación concluye que en casi todas las empresas de su muestra todavía no cuentan con procesos para la gestión de los riesgos y por lo tanto la fase de planificación de sus proyectos está en un proceso de iniciación recomendando generar una articulación de mejor forma todas las fases del ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) para poder implementar satisfactoriamente los SG-SST; en la presente investigación se a llegado a concluir que el Planificar -Hacer-Verificar y Actuar según estacionalidad de los ríos sería la mejor opción para emprender la ejecución de un proyecto con el éxito asegurado.

Cuando hablamos de los objetivos y metas y su cumplimiento en los proyectos de construcción civil, dada la normativa y su incumplimiento en la mayoría de los casos merece tomar en cuenta la reflexión de MIRELES (2019), quién investigó en una presa de relaves la gestión de riesgos aplicada a la construcción de una presa de relaves, quién recalca que desde hace mucho tiempo, la industria de la construcción no ha tenido una buena reputación para enfrentar los efectos negativos de las incertidumbres, esto se evidencia con el resultado de la mayoría de proyectos que no pueden cumplir con los objetivos relacionados al plazo, al costo y a la calidad. En el caso de proyectos como el del caso de estudio donde existe una influencia directa de la incertidumbre propia de los fenómenos naturales que puede generar incumplimiento en los objetivos relacionados a los plazos, costos y calidad haciéndose más notorio en estación lluviosa.

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto a la estacionalidad de los ríos altoandinos de la región Cajamarca se ha encontrado que la estación seca corresponde en el tiempo al mes de junio, mes de julio, mes de agosto y mes de setiembre con precipitaciones máximas en 24 (promedio) entre los 4mm y 6mm y tirantes representativos en el río menores a 60 cm; mientras que el mes de enero, mes de febrero, mes de marzo y mes de abril principalmente se constituyen en los meses del período lluvioso con precipitaciones máximas en 24 horas (promedio) entre los 20mm y 40 mm y tirantes en el río que generalmente están sobre los 100 cm.

2. La gestión del riesgo en el proceso de planificación para la construcción de la presa derivadora Huayrapongo – Cajamarca es muy variada con la aplicación de las mismas actividades o acciones, pero el orden de magnitud es muy distinto para dar respuesta a cada uno de los riesgos, teniendo en época lluviosa riesgos residuales de un nivel moderado que deben ser aceptados durante el proceso constructivo, implicando costos, esfuerzos, tiempos y recursos humanos mucho mayores en la estación lluviosa.

En general la estacionalidad de los ríos altoandinos influye en forma directa sobre los objetivos del proyecto; para las estaciones del análisis estación seca y estación lluviosa se estimaron costos de contingencia del 1% en el presupuesto total del proyecto y su calidad afectada livianamente; mientras que para la estación lluviosa se estimaron costos de contingencia de más del 8%, con seria afectación a los elementos estructurales, que reducen su calidad.

VII. RECOMENDACIONES

Puesto que la variabilidad temporal del clima es distinta por cada región, se hace necesario realizar investigaciones similares para establecer rangos de variabilidad de la influencia de la estacionalidad en sus objetivos relacionados tanto al tiempo, a los costos y la calidad; dado que todo proyecto que se inicia sin una planificación adecuada con un mínimo conocimiento de los condicionantes del clima está en la mayoría de los casos condenado al fracaso.

Dado el avance de la tecnología y métodos constructivos en la industria relacionada con la construcción sería recomendable que se investigue el efecto sobre la mano de obra y su seguridad de maquinaria y equipo de gran alcance.

Dada la importancia del análisis cuantitativo de los riesgos en todo tipo de proyecto, pero en especial en este tipo de proyectos con la inclusión o intervención de un riesgos natural incidente se recomienda que en todos los proyectos donde la interviene directamente la variable precipitación y la variable caudal en el río se priorice el análisis cualitativo no solamente en la etapa de planificación sino también en la etapa de ejecución del proyecto.

REFERENCIAS

- Adeleke, A. Q., Bahaudin, A. Y., & Kamaruddeen, A. M. (2018). Organizational internal factors and construction risk management among Nigerian construction companies. *Global Business Review*, 19(4), 921-938.
- Bahamid, R. A., & Doh, S. I. (2017, November). A review of risk management process in construction projects of developing countries. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 271, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Bolancé, C., Guillén, M., Gustafsson, J., & Nielsen, J. P. (2012). *Quantitative operational risk models*. CRC Press.
- Borkovskaya, V., Bardenwerper, W., & Roe, R. (2018, June). Interactive teaching of risk management in the Russian construction industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 365, No. 6, p. 062030). IOP Publishing.
- Carcaño, R. G. S., & Chagoyán, A. R. S. (2013). Gestión de riesgos de seguridad y salud en trabajos de construcción. *Revista Educación en Ingeniería*, 8(16), 161-175.
- Chang, T., Hwang, B. G., Deng, X., & Zhao, X. (2018). Identifying political risk management strategies in international construction projects. *Advances in Civil Engineering*, 2018.
- Chatterjee, K., Zavadskas, E. K., Tamošaitienė, J., Adhikary, K., & Kar, S. (2018). A hybrid MCDM technique for risk management in construction projects. *Symmetry*, 10(2), 46.
- Enshassi, M. S., Walbridge, S., West, J. S., & Haas, C. T. (2019). Integrated risk management framework for tolerance-based mitigation strategy decision support in modular construction projects. *Journal of Management in*

Engineering, 35(4), 05019004.

Esquivel Villota, M. A. (2019). Diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) en la empresa Ferretería la Mayor.

Fernández, M. & Munier, N. (2011). *Bases para la gestión de riesgos en proyectos*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Ghorbanalipour, R., Ahmadvand, A. M., Ahmadvand, M., & Eghbali, H. (2018). Designing human health risk management model for dam construction projects. *Civil Engineering Journal*, 4(9), 2173-2185.

Heravi, G., & Gholami, A. (2018). The influence of project risk management maturity and organizational learning on the success of power plant construction projects. *Project Management Journal*, 49(5), 22-37.

Hoseini, E., Hertogh, M., & Bosch-Rekveltdt, M. (2021). Developing a generic risk maturity model (GRMM) for evaluating risk management in construction projects. *Journal of Risk Research*, 24(7), 889-908.

Hurtado Diaz, F. (2021). Gestión de riesgos en la construcción del parque eólico duna huambos en el distrito de huambos-chota-Cajamarca.

Hurtado Hermoza, F. A., & Moran Espinoza, R. J. (2015). Estudio de técnicas y herramientas para la gestión de riesgos en la etapa de construcción de una obra.

Indeci. (2020). *Compendio estadístico del INDECI 2020: Información estadística de emergencias y daños, periodo 2003 al 2019*. <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2021/02/CAPITULO-III-Estad%C3%ADstica-Series-2003-2019.pdf>

Keshk, A. M., Maarouf, I., & Annany, Y. (2018). Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies. *Alexandria engineering*

journal, 57(4), 3179-3187.

Kumar, R. P., Sheikh, A., & Asadi, S. S. (2017). A Systematic Approach For Evaluation of Risk Management In Road Construction Projects-A Model Study. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(3), 888-902.

Lavell, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. *Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS*, 4, 1-22.

Ley N°29783. (2016, 27 de octubre) Ley de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial el Peruano.

Lin, J., & Mills, A. (2001). Measuring the occupational health and safety performance of construction companies in Australia. *Facilities*.

Mireles Calderón, M. R. (2019). Gestión de riesgos para la construcción de una presa de relaves.

Nawaz, A., Waqar, A., Shah, S. A. R., Sajid, M., & Khalid, M. I. (2019). An innovative framework for risk management in construction projects in developing countries: evidence from Pakistan. *Risks*, 7(1), 24.

Nguyen, P. T., & Phu Nguyen, C. (2019). Risk management in engineering and construction.

Okudan, O., Budayan, C., & Dikmen, I. (2021). A knowledge-based risk management tool for construction projects using case-based reasoning. *Expert Systems with Applications*, 173, 114776.

Osorio, J. C., Manotas, D. F., & Rivera, L. (2017). Priorización de riesgos operacionales para un proveedor de tercera parte logística-3PL. *Información tecnológica*, 28(4), 135-144.

- Polanco Rivasplata, I. M. (2016). Implementación de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional del Consorcio RM & HZ Cuadratura Hualgayoc, para disminuir el número de incidentes y evitar retrasos en los procesos.
- Project management institute (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, guía del PMBOK, sexta edición.
- Qazi, A., Quigley, J., Dickson, A., & Kirytopoulos, K. (2016). Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects. *International journal of project management*, 34(7), 1183-1198.
- Rahimi, Y., Tavakkoli-Moghaddam, R., Iranmanesh, S. H., & Vaez-Alaei, M. (2018). Hybrid approach to construction project risk management with simultaneous FMEA/ISO 31000/evolutionary algorithms: Empirical optimization study. *Journal of construction engineering and management*, 144(6), 04018043.
- Rahman, M., & Adnan, T. (2020). Risk management and risk management performance measurement in the construction projects of Finland. *Journal of Project Management*, 5(3), 167-178.
- Renault, B. Y., & Agumba, J. N. (2016). Risk management in the construction industry: A new literature review. In *MATEC web of conferences* (Vol. 66, p. 00008). EDP Sciences.
- Roa Quintero, D. M. (2017). Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) Diagnóstico y análisis para el sector de la construcción. *Departamento de Ingeniería Industrial*.
- Rocha Felices, A (1998). Hidráulica Fluvial. Lima - Perú. Ingeniería, 270 p.
- Rosel Calderón, A. (1998). Irrigación. Perú, Colección del Ingeniero Civil, 309 p.

- Romero, J. C. R., & Gámez, M. D. C. R. (2005). *Manual de coordinación de seguridad y salud en las obras de construcción*. Ediciones Díaz de Santos.
- Santo Luque, V. D. (2015). Implementación de sistema de gestión de riesgos en construcción de edificio multifamiliar.
- SENAMHI. Datos hidrometeorológicos del SENAMHI. URL: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>. 2022.
- Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., & Arauzo, S. (2015). Evaluating risk management practices in construction organizations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 194, 201-210.
- Serpell, A., Ferrada, X., & Rubio, N. L. (2017). Fostering the effective usage of risk management in construction. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(7), 858-867.
- Shojaei, P., & Haeri, S. A. S. (2019). Development of supply chain risk management approaches for construction projects: A grounded theory approach. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 837-850.
- Spillane, J., & Oyedele, L. O. (2013). Strategies for effective management of health and safety in confined site construction. *Australasian Journal of Construction Economics and Building, The*, 13(4), 50-64.
- Szymański, P. (2017). Risk management in construction projects. *Procedia engineering*, 208, 174-182.
- Támara Patricio, E. O. Seguridad y salud como herramienta de gestión de calidad en las micro y pequeñas empresas, rubro construcción de obras de ingeniería civil de la ciudad de Huaraz, 2017.
- Taghipour, M., Hoseinpour, Z., Mahboobi, M., Shabrang, M., & Lashkarian, T.

(2015). Construction projects risk management by risk allocation approach using PMBOK standard. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 5(12), 323-329.

Vásquez, L. (2021). Modelamiento hidráulico en la estimación del incremento de la erosión en ríos altoandinos con contracción del cauce por presencia de presas derivadoras.

Vide, J. P. M. (2009). *Ingeniería de ríos* (Vol. 9). Univ. Politèc. de Catalunya.

Xia, N., Zou, P. X., Griffin, M. A., Wang, X., & Zhong, R. (2018). Towards integrating construction risk management and stakeholder management: A systematic literature review and future research agendas. *International Journal of Project Management*, 36(5), 701-715.

Zhao, X., & Singhaputtangkul, N. (2016). Effects of firm characteristics on enterprise risk management: Case study of Chinese construction firms operating in Singapore. *Journal of Management in Engineering*, 32(4), 05016008.

Zou, Y., Kiviniemi, A., & Jones, S. W. (2017). Retrieving similar cases for construction project risk management using Natural Language Processing techniques. *Automation in construction*, 80, 66-76.

ANEXOS

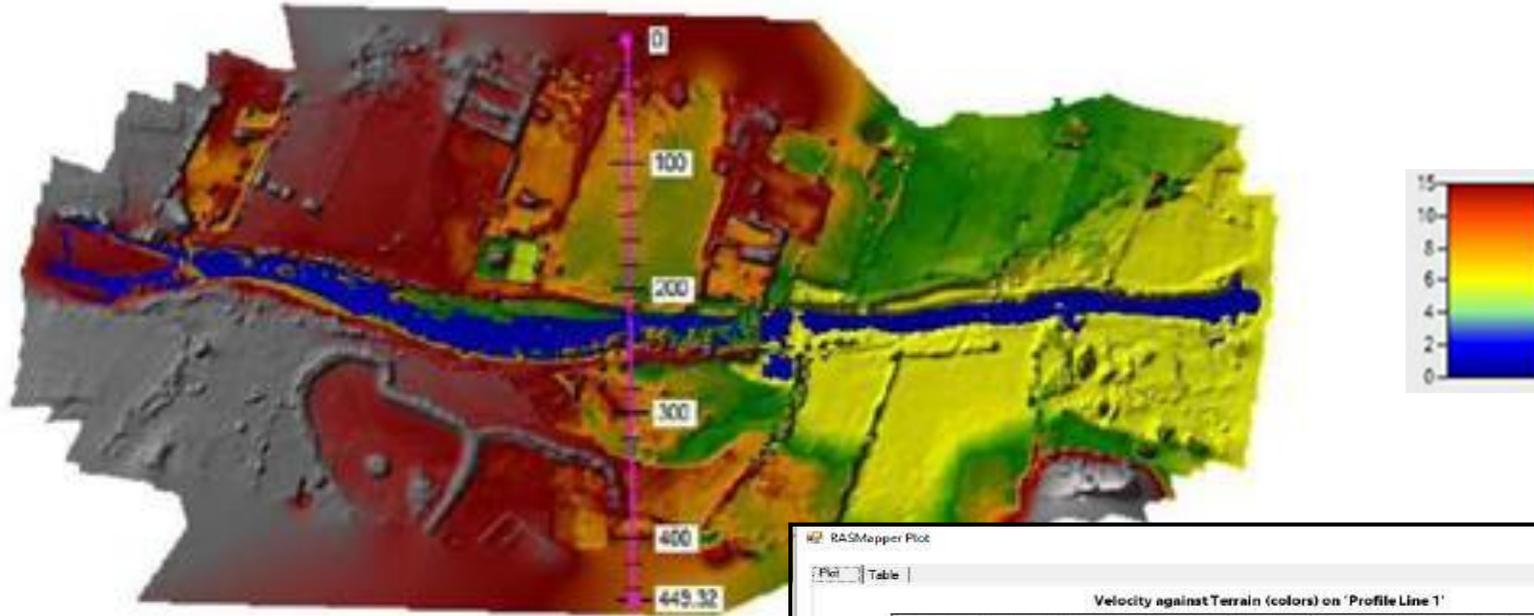
Anexo 01. Matriz de Operacionalización:

Influencia de la estacionalidad de ríos altoandinos en la gestión de riesgos para la construcción de la presa derivadora Huayrapongo-Cajamarca

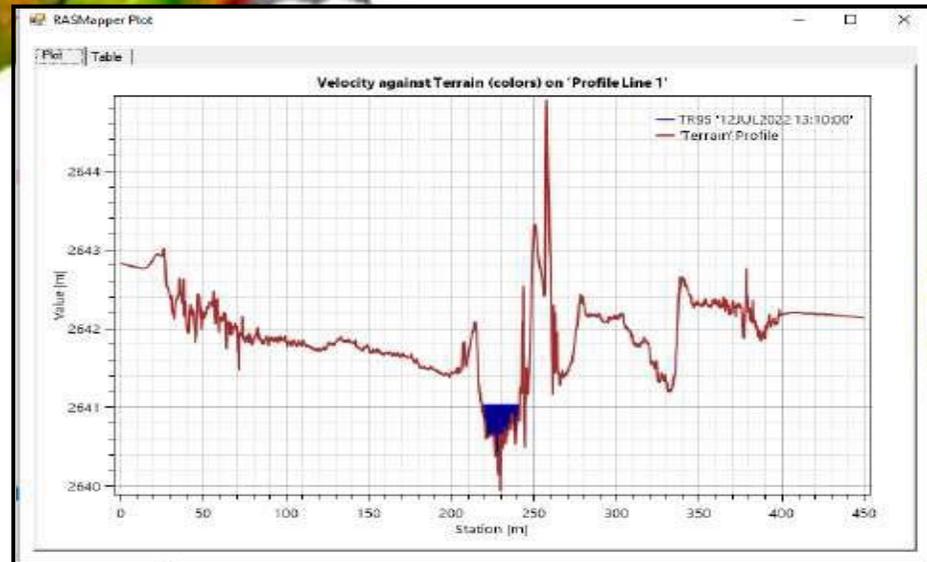
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Estacionalidad en ríos	Estacionalidad en ríos: Dada por la cantidad de agua que discurre por los ríos según los episodios de las precipitaciones, mientras que mantienen secos el resto del tiempo cuando no se dan las precipitaciones. (Vidé, 2009)	La estacionalidad de los ríos de alta montaña está influenciada por las precipitaciones en las cuencas colectoras.	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación - Escorrentía - Caudal de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Intensidad - Cantidad - Tipo de cobertura - Pendiente - Tipo de suelo - Tirantes de agua - Velocidades 	Intervalo
Dependiente: Gestión de riesgos en la construcción	Gestión de riesgos en la construcción: Proceso social complejo a través del cual se pretende lograr una reducción de los niveles de riesgo existentes y fomentar procesos de construcción en el territorio en condiciones de seguridad y sostenibilidad aceptables. (Lavell, A. 2001)	Los riesgos en la construcción serán identificados y cuantificados a partir de procesos estocásticos considerando niveles de confianza.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de riesgos - Análisis de riesgos - Planificación de la respuesta - Asignación de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo - Orden - Vulnerabilidad - Impacto - Acciones - Actividades - Entidad - Capacidad 	Ordinal

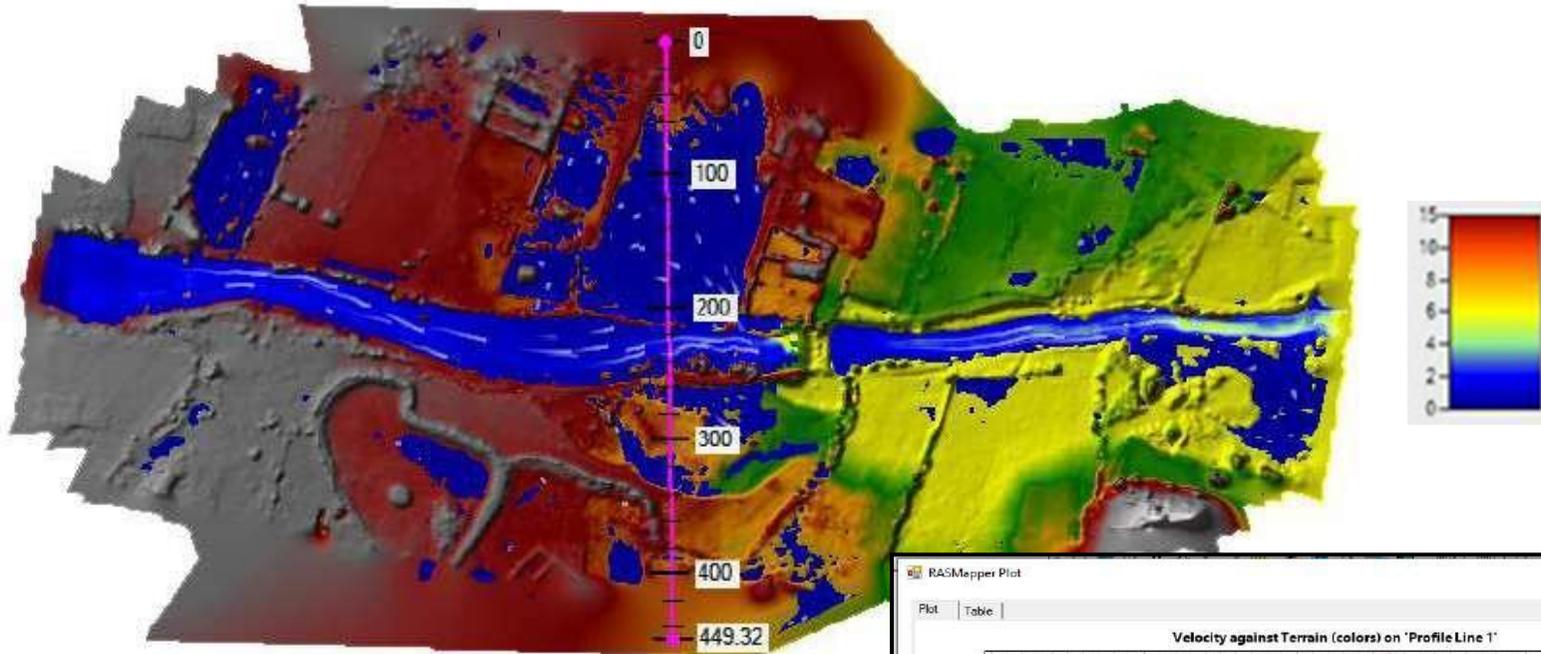
Anexo 02.

Simulación de Flujo de agua zona de estudio para un período de retorno de 95 años - estación seca y estación lluviosa

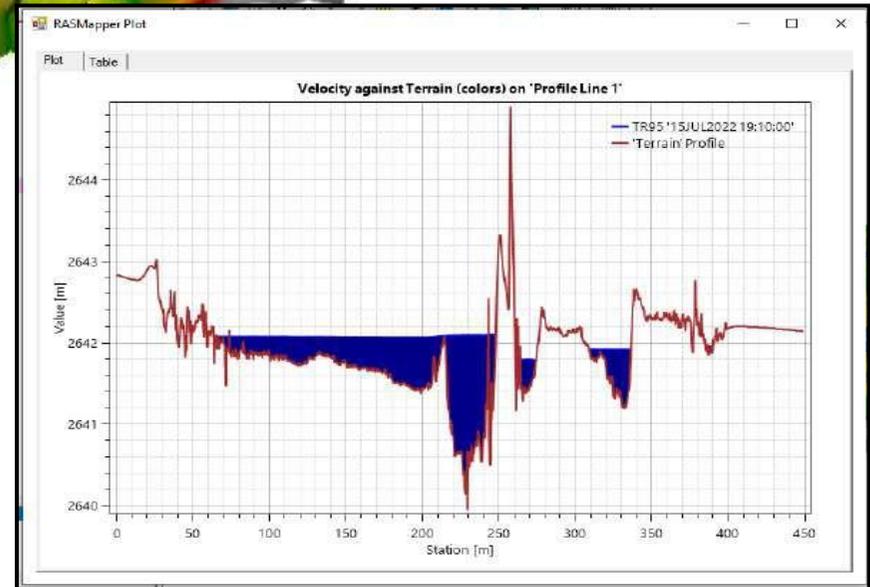


ESTACION SECA





ESTACION LLUVIOSA



Anexo 03

Análisis cualitativo de los Riesgos intrínsecos en el proyecto para su ejecución en estación seca.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS EN EL PROYECTO - ESTACION SECA										
RBS	Proyecto:		Presas derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino							
	Tesis:		Luis Vásquez Ramírez							
	Enunciado de riesgo			Entregable afectado	Grado de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Número de probabilidad de riesgo	Dueño de la acción	Impacto en el costo de la actividad	Tipo de riesgo
	Causa	Evento incierto	Impacto		A	B	AxB			
1 RIESGOS INTERNOS										
1.1. RIESGOS LOCALES										
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA										
R-01	Desestabilización de suelos por esfuerzos laterales	Derrumbes en excavaciones para estructuras	Mayor volumen de excavación y de relleno	Movimiento de tierras en azud y muros de encausamiento	0.2	0.3	0.060	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-02	Incremento en los niveles de agua en el río	Inundación del emplazamiento de la obra, mientras se ejecutan las partidas de obra	Rehacer elementos	Obras preliminares y de concreto en azud y muros de encausamiento	0.05	0.1	0.005	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 1 % del costo de la actividad	Amenaza
R-03	Deficiencia en trabajos ejecutados por mano de obra calificada	Desprendimiento de encofrado y pérdida de concreto	Retrazo en la ejecución de obra y pérdida de material para encofrado	Obras de concreto en azud o bocatoma	0.1	0.3	0.030	Maestro de obra	Incremento en 3 % del costo de la actividad	Amenaza
R-04	Ubicación inapropiada con exposición a inundaciones	Inundación de campamento de obra	atrazo en tareas proyectadas y costo adicional	Construcción de campamento	0.05	0.1	0.005	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 0.5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-05	Provisión deficiente de materiales de obra	Desarrollo de la Ingeniería del proyecto sin información definitiva	paralización es por tiempos cortos y sobrecostos en la ejecución	Obras de concreto y estructuras metálicas	0.2	0.3	0.060	Gerente del proyecto	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-06	Superficies de área de trabajo mojadas durante la jornada de trabajo	Disminución de rendimientos por trabajos superficies resbalosas	Reducción de metas diarias en trabajos con personal obrero	Obras preliminares y antecanal de concreto	0.05	0.3	0.015	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 0.5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-07	Disminución de la producción en plantas chancadoras de canteras cercanas por niveles elevados de agua en el río.	Incremento en el costo de agregados por desabastecimiento	Sobrecosto en la obra y retrasos	Obras de concreto en azud y muros de encausamiento	0.05	0.3	0.015	Gerente del proyecto	Incremento en 1 % del costo de la actividad	Amenaza
R-08	Maquinaria expuesta a trabajos de excavación en el cauce del río con niveles altos de agua	Deserción de subcontratistas de maquinaria pesada en la obra	paralización de actividades, desestabilización de taludes en cortes	Movimiento de tierras en excavación y movilización de maquinarias	0.2	0.1	0.020	Gerente del proyecto	Incremento en 6 % del costo de la actividad	Amenaza
R-09	Crecidas del río inusuales en los meses de ejecución de la obra	Daños a las estructuras de concreto emplazadas en el río durante el proceso constructivo	Daño estructural con desestabilización por asentamientos	Obras de concreto simple y armado	0.1	0.3	0.030	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 2 % del costo de la actividad	Amenaza

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS EN EL PROYECTO - ESTACION SECA										
RBS	Proyecto:		Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino							
	Tesisista:		Luis Vásquez Ramírez							
	Enunciado de riesgo			Entregable afectado	Grado de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Número de probabilidad de riesgo	Dueño de la acción	Impacto en el costo de la actividad	Tipo de riesgo
Causa	Evento incierto	Impacto	A		B	AxB				
1 RIESGOS INTERNOS										
1.1. RIESGOS LOCALES										
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA										
R-10	Condiciones climáticas severas que generen un incremento desmedido en la cantidad de agua en la mezcla	Reducción de la resistencia del concreto	Estructuras de concreto expuestas a problemas de rajaduras y erosión hídrica	Obras de concreto simple y armado	0.05	0.3	0.015	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 1 % del costo de la actividad	Amenaza
1.2 RIESGOS GLOBAL										
1.2.1 RIESGOS MEDIO AMBIENTALES Y SEGURIDAD										
R-11	Poca visualización por condiciones climáticas adversas	Accidentes fatales durante los trabajos de Movimiento de Tierras	Retrazo en la ejecución de obra y pago de penalidades	Todo los entregables	0.05	0.3	0.015	Coordinador SSOMA	Incremento en 1 % del costo de la actividad	Amenaza
R-12	Trabajos con maquinaria pesada y aditivos utilizados en el proceso constructivo	Afectación a los recursos naturales (flora, fauna, aguas)	Contaminación de cuerpos de agua con la flora y fauna de su entorno	Todo los entregables	0.4	0.5	0.200	Jefe de logística	Incremento en 8 % del costo de la actividad	Amenaza
2 RIESGOS EXTERNOS										
2.1 RIESGOS NATURALES										
R-13	Nubosidad muy densa propia de la estación del año.	Descargas eléctricas que afecten al personal en obra	Reducción de rendimiento del personal en obra, pues aumenta el factor miedo	Todo los entregables	0.2	0.3	0.060	Ingeniero jefe de campo	Incremento en el costo en 8% de la actividad	Amenaza
R-14	Precipitaciones máximas extraordinarias en la cuenca colectora	Máximas avenidas en el río generando desestabilización de las estructuras construidas	Arreglo y/o reconstrucción de elementos afectados	Todo los entregables	0.2	0.3	0.060	Ingeniero jefe de campo	Incremento en el costo en 8% de la actividad	Amenaza
2.2 RIESGOS SOCIALES										
R-15	Personal obrero impago por falta de liquidez de la empresa generada por las constantes paralizaciones en la obra	Paralizaciones por reclamos de la comunidad	Retraso en la obra que pone en peligro el avance de la infraestructura que se viene ejecutando	Todo los entregables	0.2	0.1	0.020	Gerente del proyecto	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-16	Encausamiento del río sin la previsión para conducir toda el agua que lleva el río según época del año	Inundación de viviendas, zonas de cultivo, etc del cercano al área del proyecto	inutilización de algunas estructuras de vivienda, de cultivos afectados	Todo los entregables	0.1	0.1	0.010	Ingeniero jefe de campo	Incremento en el costo en 4% de la actividad	Amenaza

Anexo 04

Análisis cualitativo de los Riesgos intrínsecos en el proyecto para su ejecución en estación lluviosa.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS EN EL PROYECTO - ESTACION LLUVIOSA										
RBS	Proyecto:		Presas derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino							
	Tesis:		Luis Vásquez Ramírez							
	Enunciado de riesgo			Entregable afectado	Grado de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Número de probabilidad de riesgo	Dueño de la acción	Impacto en el costo de la actividad	Tipo de riesgo
	Causa	Evento incierto	Impacto		A	B	AxB			
1 RIESGOS INTERNOS										
1.1. RIESGOS LOCALES										
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA										
R-01	Desestabilización de suelos por esfuerzos laterales	Derrumbes en excavaciones para estructuras	Mayor volumen de excavación y de relleno	Movimiento de tierras en azud y muros de encausamiento	0.4	0.5	0.200	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 8 % del costo de la actividad	Amenaza
R-02	Incremento en los niveles de agua en el río	Inundación del emplazamiento de la obra, mientras se ejecutan las partidas de obra	Rehacer elementos	Obras preliminares y de concreto en azud y muros de encausamiento	0.4	0.7	0.280	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 10 % del costo de la actividad	Amenaza
R-03	Deficiencia en trabajos ejecutados por mano de obra calificada	Desprendimiento de encofrado y pérdida de concreto	Retrazo en la ejecución de obra y pérdida de material para enfrado	Obras de concreto en azud o bocatomas	0.2	0.3	0.060	Maestro de obra	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-04	Ubicación inapropiada con exposición a inundaciones	Inundación de campamento de obra	atrazo en tareas proyectadas y costo adicional	Construcción de campamento	0.8	0.7	0.560	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 15 % del costo de la actividad	Amenaza
R-05	Previsión deficiente de materiales de obra	Desarrollo de la Ingeniería del proyecto sin información definitiva	paralizaciones por tiempos cortos y sobrecostos en la ejecución	Obras de concreto y estructuras metálicas	0.2	0.3	0.060	Gerente del proyecto	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-06	Superficies de área de trabajo mojadas durante la jornada de trabajo	Disminución de rendimientos por trabajos superficies resbalosas	Reducción de metas diarias en trabajos con personal obrero	Obras preliminares y antecanal de concreto	0.4	0.5	0.200	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 10 % del costo de la actividad	Amenaza
R-07	Disminución de la producción en plantas chancadoras de canteras cercanas por niveles elevados de agua en el río.	Incremento en el costo de agregados por desabastecimiento	Sobrecosto en la obra y retrasos	Obras de concreto en azud y muros de encausamiento	0.8	0.7	0.560	Gerente del proyecto	Incremento en 12 % del costo de la actividad	Amenaza
R-08	Maquinaria expuesta a trabajos de excavación en el cauce del río con niveles altos de agua	Deserción de subcontratistas de maquinaria pesada en la obra	paralización de actividades, desestabilización de taludes en cortes	Movimiento de tierras en excavación y movilización de maquinarias	0.8	0.7	0.560	Gerente del proyecto	Incremento en 15 % del costo de la actividad	Amenaza
R-09	Crecidas del río inusuales en los meses de ejecución de la obra	Daños a las estructuras de concreto emplazadas en el río durante el proceso constructivo	Daño estructural con desestabilización por asentamientos	Obras de concreto simple y armado	0.4	0.7	0.280	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 10 % del costo de la actividad	Amenaza

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS EN EL PROYECTO - ESTACION LLUVIOSA										
RBS	Proyecto:		Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino							
	Tesisista:		Luis Vásquez Ramírez							
	Enunciado de riesgo			Entregable afectado	Grado de impacto	Probabilidad de ocurrencia	Número de probabilidad de riesgo	Dueño de la acción	Impacto en el costo de la actividad	Tipo de riesgo
Causa	Evento incierto	Impacto	A		B	AxB				
1 RIESGOS INTERNOS										
1.1. RIESGOS LOCALES										
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA										
R-10	Condiciones climáticas severas que generen un incremento desmedido en la cantidad de agua en la mezcla	Reducción de la resistencia del concreto	Estructuras de concreto expuestas a problemas de rajaduras y erosión hidrica	Obras de concreto simple y armado	0.4	0.5	0.200	Ingeniero jefe de campo	Incremento en 8 % del costo de la actividad	Amenaza
1.2 RIESGOS GLOBAL										
1.2.1 RIESGOS MEDIO AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD										
R-11	Poca visualización por condiciones climáticas adversas	Accidentes fatales durante los trabajos de Movimiento de Tierras	Retrazo en la ejecución de obra y pago de penalidades	Todo los entregables	0.2	0.5	0.100	Coordinador SSOMA	Incremento en 5 % del costo de la actividad	Amenaza
R-12	Trabajos con maquinaria pesada y aditivos utilizados en el proceso constructivo	Afectación a los recursos naturales (flora, fauna, aguas)	Contaminación de cuerpos de agua con la flora y fauna de su entorno	Todo los entregables	0.1	0.3	0.030	Jefe de logística	Incremento en 4 % del costo de la actividad	Amenaza
2 RIESGOS EXTERNOS										
2.1 RIESGOS NATURALES										
R-13	Nubosidad muy densa propia de la estación del año.	Descargas eléctricas que afecten al personal en obra	Reducción de rendimiento del personal en obra, pues aumenta el factor miedo	Todo los entregables	0.2	0.3	0.060	Ingeniero jefe de campo	Incremento en el costo en 8% de la actividad	Amenaza
R-14	Precipitaciones máximas extraordinarias en la cuenca colectora	Máximas avenidas en el río generando desestabilización de las estructuras construidas	Arreglo y/o reconstrucción de elementos afectados	Todo los entregables	0.8	0.9	0.720	Ingeniero jefe de campo	Incremento en el costo en 20% de la actividad	Amenaza
2.2 RIESGOS SOCIALES										
R-15	Personal obrero impago por falta de liquidez de la empresa generada por las constantes paralizaciones en la obra	Paralizaciones por reclamos de la comunidad	Retraso en la obra que pone en peligro el avance de la infraestructura que se viene ejecutando	Todo los entregables	0.4	0.3	0.120	Gerente del proyecto	Incremento en 10 % del costo de la actividad	Amenaza
R-16	Encausamiento del río sin la previsión para conducir toda el agua que lleva el río según época del año	Inundación de viviendas, zonas de cultivo, etc del cercano al área del proyecto	inutilización de algunas estructuras de vivienda, de cultivos afectados	Todo los entregables	0.8	0.7	0.560	Ingeniero jefe de campo	Incremento en el costo en 12% de la actividad	Amenaza

Anexo 05

Estimación de los porcentajes para los costos optimista (mínimo) y el pesimista (máximo)

ESTACION SECA

Item	ENTREGABLES /EDT	Costo base S/.	Impacto en el costo		% del costo optimista	% del costo pesimista
			Impacto según Análisis	Rango en % de impacto en el costo		
1.00.00	OBRAS PROVISIONALES					
1.01.00	CARTEL DE OBRA	2368.84	Muy bajo / 0.05	<2%	100	100
1.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	1668.12	Bajo / 0.10	2% - 5%	96	104
1.03.00	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	10273.68	Muy bajo / 0.05	<2%	99.5	100.5
2.00.00	AZUD O BOCATOMA					
2.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1059.52	Muy bajo / 0.05	<2%	99.5	100.5
2.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	108364.68	Moderado / 0.20	5% - 8%	98	105
2.03.00	OBRAS DE CONCRETO	286714.12	Moderado / 0.20	5% - 8%	98	105
2.04.00	TARRAJEO SECTOR COMPUERTA	672.03	Muy bajo / 0.05	<2%	99.5	100.5
2.05.00	ESTRUCTURAS METALICAS	2400.36	Moderado / 0.20	5% - 8%	95	105
3.00.00	MUROS DE ENCAUZAMIENTO					
3.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1206.96	Muy bajo / 0.05	<2%	99.5	100.5
3.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	25754.46	Moderado / 0.20	5% - 8%	98	105
3.03.00	OBRAS DE CONCRETO	232238.74	Moderado / 0.20	5% - 8%	95	105
3.04.00	ANTECANAL DE CONCRETO ARMADO	183630.85	Moderado / 0.21	5% - 8%	95	105
	COSTO DIRECTO DE OBRA = S/.	856352.36				

ESTACION LLUVIOSA

Item	ENTREGABLES /EDT	Costo base S/.	Impacto en el costo		% del costo optimista	% del costo pesimista
			Impacto según Análisis	Rango en % de impacto en el costo		
1.00.00	OBRAS PROVISIONALES					
1.01.00	CARTEL DE OBRA	2368.84	Muy bajo / 0.05	<2%	98	100
1.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	1668.12	Muy alto / 0.80	>12%	100	115
1.03.00	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	10273.68	Muy alto / 0.80	>12%	100	135
2.00.00	AZUD O BOCATOMA					
2.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1059.52	Alto / 0.40	8% - 12%	100	110
2.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	108364.68	Muy alto / 0.80	>12%	100	140
2.03.00	OBRAS DE CONCRETO	286714.12	Muy alto / 0.80	>12%	100	130
2.04.00	TARRAJEO SECTOR COMPUERTA	672.03	Bajo / 0.10	2% - 5%	98	102
2.05.00	ESTRUCTURAS METALICAS	2400.36	Moderado / 0.20	5% - 8%	95	105
3.00.00	MUROS DE ENCAUZAMIENTO					
3.01.00	OBRAS PRELIMINARES	1206.96	Alto / 0.40	8% - 12%	100	110
3.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	25754.46	Muy alto / 0.80	>12%	100	140
3.03.00	OBRAS DE CONCRETO	232238.74	Muy alto / 0.80	>12%	100	130
3.04.00	ANTECANAL DE CONCRETO ARMADO	183630.85	Muy alto / 0.80	>12%	100	115
	COSTO DIRECTO DE OBRA = S/.	856352.36				

Anexo 06

Planificación de la respuesta a los riesgos y determinación de riesgos residuales en estación seca.

RESPUESTA A LOS RIESGOS Y RIESGOS RESIDUALES - ESTACION SECA							
RBS	Proyecto:		Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino				
	Tesis:		Luis Vásquez Ramírez				
	Tipo de riesgo	Estrategia de respuesta	Respuesta		Nuevo grado de Impacto	Nueva probabilidad de ocurrencia	Nuevo número de prioridad de riesgo
			Estrategia/acción (es)	Entregable	C	D	Cx D
1 RIESGOS INTERNOS							
1.1. RIESGOS LOCALES							
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA							
R-01	Amenaza	MITIGAR	Control del proceso de bombeo durante las horas de trabajo y en el vaciado al inicio de actividades en áreas de trabajo	Informes diarios con registro fotográfico de trabajos de excavación profunda	0.1	0.2	0.020
R-02	Amenaza	MITIGAR	Ampliar sección del cauce del río que sirve como desvío provisional de aguas	Reajuste de secciones de cauce para desvío provisional, según etapa constructiva	0.05	0.1	0.005
R-03	Amenaza	MITIGAR	Uso de equipo topográfico y verificación del plomo y resistencia de los encofrados	Se presentará el formato de liberación de actividad con todos los parámetros exigidos en la actividad.	0.1	0.1	0.010
R-04	Amenaza	MITIGAR	Desarrollar simulación de río con cauce intervenido en época de avenidas para identificar áreas inundables	Informe de especialista con identificación de áreas seguras no expuestas a inundación	0.05	0.1	0.005
R-05	Amenaza	MITIGAR	Reuniones de seguimiento semanal de avances con jefe de logística para proyectar trabajos en la semana siguiente	Informe semanal de Logística de los stocks y materiales en espera con fechas de recepción.	0.1	0.1	0.010
R-06	Amenaza	MITIGAR	Dotar de EPPs adecuados a todos los trabajadores e identificar áreas de tránsito no peligroso	Informe diario de accesos y tránsito seguro para obreros en horas de trabajo	0.05	0.1	0.005
R-07	Amenaza	MITIGAR	Identificación de canteras cercanas a la obra solicitar cotización y certificados de calidad de sus agregados.	Análisis de costos y tiempos para la adquisición de agregados de cada una de las canteras seleccionadas.	0.05	0.1	0.005
R-08	Amenaza	MITIGAR	Gestión de subcontratistas acreditados con contratos claros y pertinentes según estacionalidad del río, condicionados a penalización y garantías de cumplimiento.	Contrato de maquinaria pesada para trabajos específicos bajo las condiciones climáticas según estación.	0.1	0.1	0.010
R-09	Amenaza	MITIGAR	Replanteo de los elementos afectados con niveles y cotas para corregir a sus niveles proyectados.	Levantamiento topográfico con niveles y cotas a precisión.	0.1	0.1	0.010

RESPUESTA A LOS RIESGOS Y RIESGOS RESIDUALES - ESTACION SECA							
RBS	Proyecto:	Presas derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino					
	Tesista:	Luis Vásquez Ramírez					
	Tipo de riesgo	Estrategia de respuesta	Respuesta		Nuevo grado de Impacto	Nueva probabilidad de ocurrencia	Nuevo número de prioridad de riesgo
			Estrategía/acción (es)	Entregable	C	D	CxD
1 RIESGOS INTERNOS							
1.1. RIESGOS LOCALES							
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA							
R-10	Amenaza	MITIGAR	para las actividades de vaciado de concreto planificar según estación climática vaciados por tramos cortos sin perjudicar la continuidad del elemento estructural.	Fichas de avance de vaciado de concreto en elementos grandes, durante horas del día con menor probabilidad de eventos climáticos extremo	0.05	0.1	0.005
1.2 RIESGOS GLOBAL							
1.2.1 RIESGOS MEDIO AMBIENTALES Y SEGURIDAD							
R-11	Amenaza	TRANSFERIR	Implementar señalización con restricción de ingreso al personal a áreas con desplazamiento de maquinaria pesada.	Informe diario de frentes de trabajo de maquinaria con identificación de tiempo probables de operación por actividad	0.05	0.1	0.005
R-12	Amenaza	MITIGAR	Exigir revisión técnica, con una inspección en campo de la maquinaria a operar en la obra y realizar un control estricto con los aditivos de obra	ficha de inspección en campo con los check list de cumplimiento de operatividad de la maquinaria.	0.1	0.3	0.030
2 RIESGOS EXTERNOS							
2.1 RIESGOS NATURALES							
R-13	Amenaza	MITIGAR	Se utilizarán equipos de detección de tormentas eléctricas y se colocará al menos un para rayos en la zona de acción del proyecto	informe con la ubicación de un pararrayos para protección.	0.1	0.1	0.010
R-14	Amenaza	MITIGAR	Teniendo como base la información hidrometeorológica de la zona, proyectar culminación de obras que pueden ser afectadas por las máximas avenidas.	Un análisis completo de la evolución de las precipitaciones máximas en la cuenca colectora para predecir eventos extremos durante el período de ejecución de la obra	0.1	0.1	0.010
2.2 RIESGOS SOCIALES							
R-15	Amenaza	MITIGAR	informe preliminar antes del inicio de la obra respecto del alcance y condiciones de trabajo (sueldos, salarios, rendimientos en el trabajo del personal obrero) .	Presentación semanal de informe al la entidad para resolución de conflictos	0.1	0.1	0.010
R-16	Amenaza	MITIGAR	Coordinar con autoridades y dueños de predios aledaños al proyecto para intervenir construyendo protecciones para evitar desbordes de las aguas del río	Presentación semanal de los registros de niveles de agua en las obras de encausamiento del río con su respectiva capacidad utilizada.	0.05	0.1	0.005

Anexo 07

Planificación de la respuesta a los riesgos y determinación de riesgos residuales en estación lluviosa.

RESPUESTA A LOS RIESGOS Y RIESGOS RESIDUALES - ESTACION LLUVIOSA							
RBS	Proyecto:	Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino					
	Tesista:	Luis Vásquez Ramírez					
	Tipo de riesgo	Estrategia de respuesta	Respuesta		Nuevo grado de impacto	Nueva probabilidad de ocurrencia	Nuevo número de prioridad de riesgo
			Estrategía/acción (es)	Entregable	C	D	Cx D
1 RIESGOS INTERNOS							
1.1. RIESGOS LOCALES							
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA							
R-01	Amenaza	MITIGAR	Control del proceso de bombeo durante las horas de trabajo y en el vaciado al inicio de actividades en áreas de trabajo	Informes diarios con registro fotográfico de trabajos de excavación profunda	0.2	0.3	0.060
R-02	Amenaza	MITIGAR	Ampliar sección del cauce del río que sirve como desvío provisional de aguas	Reajuste de secciones de cauce para desvío provisional, según etapa constructiva	0.2	0.3	0.060
R-03	Amenaza	MITIGAR	Uso de equipo topográfico y verificación del plomo y resistencia de los encofrados	Se presentará el formato de liberación de actividad con todos los parámetros exigidos en la actividad.	0.1	0.1	0.010
R-04	Amenaza	MITIGAR	Desarrollar simulación de río con cauce intervenido en época de avenidas para identificar áreas inundables	informe de especialista con identificación de áreas seguras no expuestas a inundación	0.1	0.3	0.030
R-05	Amenaza	MITIGAR	Reuniones de seguimiento semanal de avances con jefe de logística para proyectar trabajos en la semana siguiente	Informe semanal de Logística de los stoc y materiales en espera con fechas de recepción.	0.1	0.1	0.010
R-06	Amenaza	MITIGAR	Dotar de EPPs adecuados a todos los trabajadores e identificar áreas de tránsito no peligroso	Informe diario de accesos y tránsito seguro para obreros en horas de trabajo	0.1	0.1	0.010
R-07	Amenaza	MITIGAR	Identificación de canteras cercanas a la obra solicitar cotización y certificados de calidad de sus agregados.	Análisis de costos y tiempos para la adquisición de agregados de cada una de las canteras seleccionadas.	0.1	0.3	0.030
R-08	Amenaza	MITIGAR	Gestión de subcontratistas acreditados con contratos claros y pertinentes según estacionalidad del río, condicionados a penalización y garantías de cumplimiento.	Contrato de maquinaria pesada para trabajos específicos bajo las condiciones climáticas según estación.	0.2	0.3	0.060
R-09	Amenaza	MITIGAR	Replanteo de los elementos afectados con niveles y cotas para corregir a sus niveles proyectados.	Levantamiento topográfico con niveles y cotas a precisión.	0.1	0.3	0.030

RESPUESTA A LOS RIESGOS Y RIESGOS RESIDUALES - ESTACION LLUVIOSA							
RBS	Proyecto:	Presa derivadora Huayrapongo en el río Cajamarquino					
	Tesista:	Luis Vásquez Ramírez					
	Tipo de riesgo	Estrategia de respuesta	Respuesta		Nuevo grado de Impacto	Nueva probabilidad de ocurrencia	Nuevo número de prioridad de riesgo
			Estrategía/acción (es)	Entregable	C	D	CxD
1 RIESGOS INTERNOS							
1.1. RIESGOS LOCALES							
1.1.1. RIESGOS TECNICOS EN LA OBRA							
R-10	Amenaza	MITIGAR	para las actividades de vaceado de concreto planificar según estación climática vaceados por tramos cortos sin perjudicar la continuidad del elemento estructural.	Fichas de avance de vaceado de concreto en elementos grandes, durante horas del día con menor probabilidad de eventos climáticos extremo	0.1	0.1	0.010
1.2 RIESGOS GLOBAL							
1.2.1 RIESGOS MEDIO AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD							
R-11	Amenaza	TRANSFERIR	Implementar señalización con restricción de ingreso al personal a áreas con desplazamiento de maquinaria pesada.	Informe diario de frentes de trabajo de maquinaria con identificación de tiempo probables de operación por actividad	0.2	0.1	0.020
R-12	Amenaza	MITIGAR	Exigir revisión técnica, con una inspección en campo de la maquinaria a operar en la obra y realizar un control estricto con los aditivos de obra	ficha de inspección en campo con los check list de cumplimiento de operatividad de la maquinaria.	0.1	0.1	0.010
2 RIESGOS EXTERNOS							
2.1 RIESGOS NATURALES							
R-13	Amenaza	MITIGAR	Se utilizarán equipos de detección de tormentas eléctricas y se colocará al menos un para rayos en la zona de acción del proyecto	informe con la ubicación de un pararrayos para protección.	0.1	0.3	0.030
R-14	Amenaza	MITIGAR	Teniendo como base la información hidrometeorológica de la zona, proyectar culminación de obras que pueden ser afectadas por las máximas avenidas.	Un análisis completo de la evolución de las precipitaciones máximas en la cuenca colectora para predecir eventos extremos durante el período de ejecución de la obra	0.2	0.3	0.060
2.2 RIESGOS SOCIALES							
R-15	Amenaza	MITIGAR	informe preliminar antes del inicio de la obra respecto del alcance y condiciones de trabajo (sueldos, salarios, rendimientos en el trabajo del personal obrero) .	Presentación semanal de informe al la entidad para resolución de conflictos	0.2	0.3	0.060
R-16	Amenaza	MITIGAR	Coordinar con autoridades y dueños de predios aledaños al proyecto para intervenir construyendo protecciones para evitar desbordes de las aguas del río	Presentación semanal de los registros de niveles de agua en las obras de encausamiento del río con su respectiva capacidad utilizada.	0.2	0.3	0.060



ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RODRIGUEZ BELTRAN EDUAR JOSE, docente de la ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la estacionalidad de ríos altoandinos en la gestión de riesgos para la construcción, presa derivadora Huayrapongo-Cajamarca 2022", cuyo autor es VASQUEZ RAMIREZ LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 28 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RODRIGUEZ BELTRAN EDUAR JOSE DNI: 18213588 ORCID: 0000-0002-9289-9732	Firmado electrónicamente por: EJRODRIGUEZB el 09-02-2023 15:53:11

Código documento Trilce: TRI - 0503426