



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO
CIVIL EN LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO DE LA
REPRESA PERTENECIENTE A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
AGOYÁN – CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP.
– HIDROAGOYAN N° 005”**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Robayo Buenaño Daniel Alejandro

Tutor:

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Robayo Buenaño Daniel Alejandro, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “**PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO CIVIL EN LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO DE LA REPRESA PERTENECIENTE A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA AGOYÁN – CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP. – HIDROAGOYAN N° 005**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 21 días del mes de mayo de 2019, firmo conforme:

Autor: Robayo Buenaño Daniel Alejandro

Firma:

Número de Cédula: 160067478-0

Dirección: Tungurahua, Baños de Agua Santa

Correo Electrónico: d92.robayo@gmail.com

Teléfono: 0967527316

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación **“PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO CIVIL EN LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO DE LA REPRESA PERTENECIENTE A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA AGOYÁN – CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP. – HIDROAGOYAN N° 005”** presentado por Robayo Buenaño Daniel Alejandro, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 16 de mayo de 2019

.....
Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 21 de mayo de 2019

.....
Robayo Buenaño Daniel Alejandro

1600674780

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO CIVIL EN LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO DE LA REPRESA PERTENECIENTE A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA AGOYÁN – CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP. – HIDROAGOYAN N° 005”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 21 de mayo de 2019

.....

Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro, Mg
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Cumbajín Alférez Myriam Emperatriz, Mg
VOCAL

.....

Ing. Cruz Villacis Juan Serafín, Mg
VOCAL

DEDICATORIA

Al padre eterno hacedor de todas las cosas.

*A mi madre por su apoyo y amor incondicional,
por añorar lo mejor para su hijo, por
demostrarme que la humildad prevalece, ante
todo.*

*A mi esposa por su aliento constante, por su
ayuda desinteresada y confiar siempre en mi*

A mis hijos por ser mi motivación de superación.

Daniel Alejandro

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento profundo a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica por brindarme la oportunidad de prepararme como profesional y ante todo como ser humano.

A los docentes de Industrial por compartir sus conocimientos e impartirnos valores para que seamos hombres y mujeres de bien.

A CELEC EP. HIDROAGOYÁN, por confiar en mí y compartir la experiencia de su quehacer laboral y su emprendimiento y apoyarme en el desarrollo de la presente propuesta metodológica.

A todos y cada uno de las personas que en su momento me brindaron su apoyo y aliento para llegar a cumplir una meta añorada en mi formación académica.

GRACIAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT	xvi

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Tema.....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	5
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7

CAPITULO II
INGENIERÍA DEL PROYECTO

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE DESGASTE	8
Misión	8
Visión	8
Descripción de la central hidroeléctrica Agoyán	9
Descripción de las actividades del proyecto	10
Desagües de fondo	11
PROCESO ACTUAL PARA LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES	11
Trabajos preliminares	11
Trabajo de reparación	11
Zona con socavaciones profundas:	11
Reparación de Juntas	12
Preparación	13
Procedimientos para para la recuperación de desagües de fondo	14
Maquinaria que emplean en el proceso de recuperación de desagües de fondo	14
Entrevista realizada al Especialista de Mantenimiento Civil Agoyán	15
Entrevista realizada al responsable del Trabajo Operativo	18
Desarrollo del modelo operativo	22

CAPITULO III
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

MAPA DE PROCESOS	27
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO CIVIL	29
Cuadro técnico	29
Ataguía Permanente	29

DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DEL PROYECTO.....	31
PRIMERA FASE: Gestión del Proyecto de Obra Civil	31
Elaboración del presupuesto del Proyecto.....	31
SEGUNDA FASE: Proceso para la recuperación de desagües de fondo.	49
RESULTADOS ESPERADOS.....	70
CARACTERIZACIÓN DE ACTIVIDADES	74
Costo y Administración.....	80

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	81
Recomendaciones	82
Bibliografía.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos actuales del Mantenimiento Civil – Recuperación de Desagües	19
Tabla 2. Procedimiento recuperación de desagües de fondo	50
Tabla 3. Procedimiento para la orden de trabajo.....	51
Tabla 4. Procedimiento para la inspección de campo	52
Tabla 5. Procedimiento para la adquisición de materia prima	53
Tabla 6. Procedimiento programación de mantenimiento civil	54
Tabla 7. Procedimiento programación de mantenimiento civil	55
Tabla 8. Procedimiento capacitación de personal	56
Tabla 9. Procedimiento distribución de cuadrillas	57
Tabla 10. Procedimiento impermeabilización	58
Tabla 11. Procedimiento transporte de materiales	59
Tabla 12. Procedimiento preparación del área de trabajo.....	60
Tabla 13. Procedimiento preparación del área de trabajo.....	61
Tabla 14. Procedimiento retiro de escombros.....	62
Tabla 15. Procedimiento Limpieza del área de trabajo y materiales.....	63
Tabla 16. Procedimiento realización de ensayos	64
Tabla 17. Procedimiento colocación de piedra granita.....	65
Tabla 18. Procedimiento relleno de juntas.....	66
Tabla 19. Perforación anclaje con varilla	67
Tabla 20. Procedimiento aplicación de productos SIKA.....	68
Tabla 21. Procedimiento entrega de obra	69
Tabla 22. Análisis de modo de fallo de la obra civil de la presa.....	70
Tabla 23. Análisis de modo de fallo de la obra civil de la presa.....	71
Tabla 24. Análisis de modo de fallo de la obra civil de la presa.....	72
Tabla 25. Costos proceso actual vs proceso propuesto.....	72
Tabla 26. Caracterización del proceso de mantenimiento civil de desagües de fondo.	75
Tabla 27. Matriz de Indicadores	77
Tabla 28. Proceso mantenimiento actual vs proceso mantenimiento propuesto.	78
Tabla 29. Cronograma de actividades abril a septiembre 2019	79
Tabla 30. Costo de la Propuesta.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Modelo Operativo.....	21
Gráfico 2. Mapa de procesos Gestión de mantenimiento CELEC-Hidroagoyán.....	28
Gráfico 3. Procedimiento elaboración de presupuesto para contratación de obra civil....	36
Gráfico 4. Procedimiento elaboración de contratos de obra civil	40
Gráfico 5. Procedimiento pago de planillas	44
Gráfico 6. Procedimiento control de obras	48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización	87
Imagen 2. Vertedero	88
Imagen 3. Desagües de Fondo	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Localización – Hidroeléctrica Agoyán.....	87
Anexo 2. Vertedero.....	88
Anexo 3. Desagües de Fondo.....	89
Anexo 4. Orden de trabajo 1.....	90
Anexo 5. Orden de trabajo 2.....	91
Anexo 6. Control de Obra.....	92
Anexo 7. Seguimiento de Obra.....	93
Anexo 8. Control de Documentos del Proyecto.....	94
Anexo 9. Ficha de Inspección.....	95

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE MANTENIMIENTO CIVIL EN LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO DE LA REPRESA PERTENECIENTE A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA AGOYÁN – CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP. – HIDROAGOYAN N° 005”

AUTOR: Robayo Buenaño Daniel Alejandro

TUTOR: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la recuperación de desagües de fondo de la represa perteneciente a la Central Hidroeléctrica Agoyán – Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. – Hidroagoyán N° 005. El principal problema es el desgaste y erosión del lecho de los desagües de fondo a causa del desfogue de sedimentos acumulados en el embalse, por tal motivo se realizan lavados parciales de la presa considerando la temporada invernal (10-12 lavados). Esta actividad debe estar autorizada por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), ya que la Central sale de funcionamiento (dejando de generar el 15% de energía para el Sistema Interconectado). Por ello, con el desarrollo de esta propuesta se busca recopilar datos en sitio, organizar y documentar los procesos existentes en el mantenimiento. Con esto se propone sugerir mejoras para optimizar el proceso de mantenimiento de recuperación de desagües de fondo con otros materiales que reemplacen al concreto como es el uso de bloques de granito por su resistencia a la erosión, a la humedad y a la presión; de este modo incrementar el tiempo de duración de los desagües de fondo con una conservación de tres años. Por ende, el resultado que se obtiene es el ahorro de recursos para la empresa, garantizando la confiabilidad del proceso y la seguridad del personal que ejecuta.

DESCRIPTORES: desagüe, embalse, evacuación, optimización, sedimentos

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: “IMPROVEMENT PLAN FOR THE CIVIL MAINTENANCE PROCESS IN THE RECOVERY OF BOTTOM DRAINS OF THE DAM BELONGING TO THE AGOYÁN HYDROELECTRIC POWER PLANT - ELECTRIC CORPORATION OF ECUADOR CELEC EP. - HIDROAGOYÁN N ° 005.”

AUTHOR: Robayo Buenaño Daniel Alejandro

TUTOR: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

ABSTRACT

The objective of this research is the recovery of bottom drains of the dam belonging to the Agoyán Hydroelectric Power Plant - Electric Corporation of Ecuador CELEC EP. - Hidroagoyán N ° 005. The main problem is the erosion and wear of bottom drainage bed due to the accumulation of sediments gathered in the reservoir, for this reason partial washes of the dam are carried out considering the winter season (10-12 washes). This activity must be authorized by the National Center for Energy Control (CENACE), since the plant goes out of operation (not generating 15% of energy for the Interconnected System). Therefore, with the development of this proposal, it is sought to collect data on site, organize and document existing processes in maintenance. With this, it is proposed to suggest improvements to optimize the process of maintenance of recovery of bottom drains with other materials that replace concrete such as the use of granite blocks because of their resistance to erosion, humidity and pressure; in this way increase the life span of the bottom drains with a conservation time of three years. Therefore, the result that is obtained is saving of resources for the company, guaranteeing the reliability of the process and the safety of the staff who execute them.

KEYWORDS: drainage, evacuation, optimization, reservoir, sediments.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Tema:

“Plan de mejora para el proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo de la represa perteneciente a la Central Hidroeléctrica Agoyán – Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. – HIDROAGOYAN No. 005”.

Introducción

En las megas presas especialmente de Europa y del Asia, el mantenimiento de la obra civil de los desagües de fondo debido al desgaste del suelo o piso dependiendo de los materiales de los que estén recubiertos se han convertido en prioridad, especialmente por seguridad con la finalidad de evitar fisuras y posteriormente desastres; por ello la importancia de evaluar el desgaste y realizar las correcciones de las superficies de fondo, buscando siempre los materiales más adecuados para incrementar el tiempo de vida del mantenimiento y optimizar los costos de los mismos. Por ello las actividades de mantenimiento siempre han sido una parte integral de las presas y centrales hidroeléctricas.

“El papel del mantenimiento es crucial y vital debido al hecho de que incluso una pequeña falla en un componente minúsculo puede conducir a una pérdida de millones de dólares. En base a este propósito, los primeros métodos clásicos de mantenimiento se presentan como las estrategias de mantenimiento que se utilizan en ingeniería civil e industrial”. (Laguado, 2004).

Por tal motivo, se recomienda la aplicación de Programas de mantenimiento, con el propósito de evitar inconvenientes en las instalaciones de un lugar. Según datos, se estima que en países industrializados, como es el caso de regiones europeas y de América del Norte, las empresas y organizaciones toman muy en serio los sistemas de mantenimiento civil; debido a que lo consideran como una parte intrínseca que de cierto modo apoya a su competitividad empresarial, del mismo modo, consideran que el mantenimiento civil, tiene como características ser desarrollado para evitar posibles inconvenientes que se puedan manifestar a lo largo de la vida útil de una estructura. (Bolognini y otros, 2011).

En las hidroeléctricas del Ecuador, las estrategias de mantenimiento clásico, que se basan en políticas preventivas, se clasifican como tipos a pedido y periódicos.

Por otro lado, las centrales hidroeléctricas, constituye uno de los elementos intrínsecos dentro del desarrollo económico del país, en tal instancia, es importante que éstas produzcan un 100% de su capacidad, de tal forma que permita satisfacer la demanda que existe en la actualidad, de forma que se evite racionamientos eléctricos con efectos económicos significativos.

De la misma manera, el plan de mantenimiento proporciona beneficios para el usuario como para el responsable de administrar dicho mantenimiento, debido a que pretende reducir las deficiencias anticipadas de la zona, elemento o material que se busca preservar; así también anticipa que estas deficiencias se den, de tal modo que posibilite atenderlas a tiempo. Cabe destacar que el tema de planificación del mantenimiento civil, permite conservar la vida útil del diseño, además de que sus bases técnicas dan lugar a dinimizaciones del modo de operación.

La importancia de la implementación del programa de mantenimiento civil tiene un contraste significativo, debido a la obligatoriedad de cumplir con dichos procesos. En Ecuador, existen infraestructuras públicas que carecen de un

presupuesto idóneo para dar lugar al mantenimiento y conservación de instalaciones que de alguna manera benefician a la población.

Por tal motivo, este estudio se centra en los programas de mantenimiento civil, por ello se ha tomado en consideración la Represa Hidroeléctrica Agoyán como elemento intrínseco del proyecto. Las actividades de mantenimiento, como el mantenimiento y recuperación de estructuras hidráulicas para generación energética, siempre han sido una parte integral de las industrias civiles. En la actualidad, el mantenimiento desempeña un papel muy importante en ciertas áreas, como la ingeniería industrial.

Este estudio se basa en la implementación del programa de mantenimiento civil. La ubicación en el Cantón Baños de Agua Santa, en la represa de la central hidroeléctrica Agoyán; por lo tanto, este proyecto tiene características únicas porque es una central importante a nivel nacional.

Las represas son barreras construidas en un canal de corriente para incautar agua. Las presas son estructuras artificiales que requieren una inspección y mantenimiento de rutina. Varias represas fallan cada año debido a la falta de mantenimiento, y en la mayoría de los casos se pudo haber evitado dicha inconsistencia.

El programa de mantenimiento civil sirve para ayudar y alentar a que los empleados de la represa inspeccionen y mantengan la represa regularmente; en este caso, el programa de mantenimiento consiste en maximizar la vida útil de todos los sistemas o materiales empleados en el área hidroeléctrica y de manera esencial en la recuperación de desagües, a través de métodos de mantenimiento mejorados, garantizando en todo momento la disponibilidad operacional de los equipos, en sí, consiste en mantener y operar de una forma segura y de conformidad con los reglamentos legales.

Antecedentes

La Central Hidroeléctrica Agoyán, forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC E.P., institución estratégica del Estado, cuyo propósito es la producción eficiente de energía eléctrica para el abastecimiento de todo el país. Esta central se encuentra en el cantón de Baños de Agua Santa, en la provincia de Tungurahua a unos 38 km aproximadamente desde la ciudad de Ambato.

Cuenta con un área de drenaje de 8.237 km², los principales ríos que se alimenta la represa es de los ríos Chambo y Patate, desembocando en el río Pastaza. Se construyó en el año de en 1982 y se concluyó con la obra en 1987 es importante para el Ecuador debido a que genera 156 MW, es administrada por la corporación Eléctrica de Ecuador y pertenece a la Unidad de Negocios Hidroagoyán, Produce anualmente alrededor de 1080 GWh. Se construyó la represa con el fin de aprovechar el caudal del río Pastaza, siendo vertiente de los ríos Chambo y Patate.

En tanto, el nivel máximo de su embalse, está localizado a una altitud de 1651 m.s.n.m., la extensión global de la represa es de 5km. En cuanto a las características, posee un muro de ataguía, una presa de 43 metros de altura y 300 de longitud; un túnel de presión con una longitud de 2.400 m., una tubería de presión y dos túneles de descarga, cada uno con una longitud de 116 metros.

Por otro lado, los desagües de fondo de la represa arrastran una gran cantidad de sedimentos desde el embalse hasta el cuenco de disipación, por lo que quienes están a cargo de esta zona, exigen que se tome las medidas básicas para garantizar su estabilidad frente a los procesos de abrasión que se manifiestan en la operación de estas estructuras. Siendo así, es necesario que para los procesos que implica esta fase, es necesario identificar y determinar procesos adecuados e idóneos, a fin de cada operación se desarrolle de forma adecuada.

Es importante manifestar que para dar lugar a la recuperación de desagües de fondo se desarrollan ciertos procesos, con la intención de que el procedimiento sea el idóneo. De la misma manera, se pretende principalmente, evitar inconvenientes como las filtraciones, a fin que la recuperación de desagües de fondo aguas abajo sea óptimo. Para ello se inicia con un proceso denominado trabajos preliminares, en donde se pretende detener las fugas a través de la construcción de compuertas.

Otro de los procesos implica la realización de trabajos de preparación, en la cual se da lugar al mantenimiento de los revestimientos de las piedras; así también, se da lugar a la reparación de zonas de socavación profunda y reparación de juntas, por último se realiza la etapa de resanación, se aplica materiales como resina, meck peróxido, permitiendo dar lugar al endurecimiento de los trabajos de preparación; y principalmente impidiendo provocar inconvenientes externos como la lluvia y los internos como las filtraciones.

Justificación

El presente tema de investigación se tomó en consideración con el fin de analizar la situación actual que presenta la hidroeléctrica Agoyán, con el propósito de mejorar los procesos de mantenimiento en cuanto al desagüe, facilitando al personal que se encuentra inmerso en la represa para el cumplimiento de metas que ha trazado la empresa.

La investigación es muy **importante**, ya que permite la aplicación de conocimientos teóricos con la práctica, en la solución de problemas que se suscitan cotidianamente en la industria y en las grandes estructuras civiles del país. De la misma manera posibilita la búsqueda de soluciones en la vida útil del proceso de mantenimiento.

Además propicia un **impacto** positivo puesto que permitirá mejorar los métodos de reparación de forma óptimas y a largo plazo, de manera particular en la implementación del programa de mantenimiento civil para recuperación de

desagües de fondo en la represa, de tal modo que permita mediante un desarrollo y análisis exhaustivo sobre la metodología empleada para la recuperación de desagües de fondo; evitando inconsistencia, y así, determinar un programa de mantenimiento óptimo para la recuperación de la estructura de los desagües de fondo de la represa.

La **utilidad teórica** del presente estudio reside en que será de gran trascendencia en la búsqueda de soluciones para los problemas que se detecten en represas hidroeléctricas; asimismo, contribuye en gran medida con la información que se plasmará sobre el proceso de mantenimiento de obras civiles, que puede servir como base para una mayor investigación en la gestión de la ingeniería.

En tanto, la **utilidad técnica** que conlleva la investigación, permite determinar cada falencia que presenta el proceso de recuperación de desagües de fondo, además de que posibilita adecuarlo a través del desarrollo de un plan de mejoras para este proceso, en la cual se podrá enumerar los pasos necesarios para su operación idónea, de ahí la importancia de realizarlo.

El **beneficiario** directo será el plan de mantenimiento y por ende la administración de la estructura y luego la sociedad del país. Existiendo el beneficio social ante todo por ser una obra que está al servicio de la comunidad en particular y del país en general.

Cabe destacar que este trabajo es **factible**, en vista de que se dispone todos los elementos necesarios para llevarlo a cabo; en primera instancia se cuenta con el apoyo de las autoridades de la Hidroeléctrica Agoyán y trabajadores, de manera que posibilita el estudio del tema planteado. Así también, se dispone de la asistencia de la tutora encargada en la revisión de la presente investigación, quien con sus conocimientos dará lugar al alcance de los objetivos que se tienen previstos. Adicional a ello, se cuenta con la bibliografía pertinente para el desarrollo del trabajo; así como de los recursos económicos necesarios para efectuar a cabalidad el estudio investigativo.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un Plan de mejora para el proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo de la represa perteneciente a la Central Hidroeléctrica Agoyán – Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. – Hidroagoyán.

Objetivos Específicos

- Analizar las causas de desgaste de los desagües de fondo, para entender el fenómeno que provoca la reparación.
- Desarrollar los procedimientos de Gestión del Proyecto de Obra Civil y del proceso de recuperación de desagües de fondo.
- Caracterizar las actividades y elaborar los indicadores y formatos para el control del Plan de mejora del proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo.
- Realizar un análisis comparativo entre la situación actual y el Plan de Mejora en el proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo de la represa perteneciente a la Central Hidroeléctrica Agoyán.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE DESGASTE

Diagnóstico de la situación actual de la central hidroeléctrica agoyán

La central hidroeléctrica Agoyán se encuentra en cantón Baños de Agua Santa, parroquia Ulba, en la vía a Puyo, a unos 32km del cantón Ambato y a unos 5.6km de Baños, tiene una altitud de 1820 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y en las coordenadas geográficas latitud: -1.383333 y longitud: -78.316667; y es de fácil acceso. (Ver Anexo 1)

Misión

Contribuimos al desarrollo integral del país generando energía eléctrica con calidad y eficiencia, mediante el aprovechamiento óptimo y responsable de los recursos naturales, con el aporte de su talento humano comprometido y competente, enmarcados en el respeto a la comunidad y el ambiente.

Visión

Ser la empresa pública líder, que garantiza la soberanía eléctrica e impulsa el desarrollo del Ecuador.

Descripción de la central hidroeléctrica Agoyán

La central hidroeléctrica Agoyán es parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC E.P, además es una empresa que pertenece al Estado, con el fin de brindar un servicio básico al país, por esa razón se opta en realizar un seguimiento del proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües aguas abajo del umbral de la compuerta radial de la represa y de esa forma crear un plan de mejora para el proceso mencionado anteriormente.

De acuerdo al lugar donde se encuentra la hidroeléctrica Agoyán, el sistema de mantenimiento es diferente a todas las hidroeléctricas que cuenta el Ecuador, debido a que posee dos afluentes que es el río Patate y Chambo formando el río Pastaza, el mismo que arrastra todos los sedimentos existentes en la Sierra Centro y otro factor importante es el Volcán Tungurahua, debido a que en épocas de lluvia acarrea piedras; los mismos que tienen que pasar por los desagües de fondo y es ahí en donde se produce las socavaciones y el desgaste por abrasión. Por tal motivo se justifica el plan de mejora para el proceso de mantenimiento civil con respuesta en los desagües de aguas abajo del umbral de la compuerta radial.

Actualmente la represa cuenta con un sistema de mantenimiento que se lo realiza aproximadamente cada dos o tres años dependiendo del desgaste que se origina en desagües de aguas abajo del umbral de la compuerta radial, Manduriacu maneja un sistema similar al de la presente hidroeléctrica.

Se debe también tomar en cuenta que la erosión de las laderas de las cuencas de los ríos Cutuchi, Chambo y del Pastaza son erosionadas por la interacción de las lluvias y la creciente deforestación, contribuyendo al alto contenido de estas partículas abrasivas en el agua.

Parte de los procesos de mantenimiento civil para la recuperación de los perfiles hidráulicos de los desagües de fondo aguas abajo del umbral de la compuerta radial comprende la inspección de las placas metálicas y piedras graníticas que

determina la intervención por el grado de socavación que se presenta. El tiempo que se requiere para dicho mantenimiento es de 3 meses y esto requiere hacerlo en época de verano. En este momento la hidroeléctrica Agoyán no ha realizado un estudio en que el presente proceso de mantenimiento civil se lo tenga debidamente documentado, por tal motivo es importante implementar un registro de los procedimientos y de esa manera establecer acciones y recursos necesarios para mejorar y gestionar los niveles de mantenimiento.

Descripción de las actividades del proyecto

La presente investigación cuenta con el apoyo de la central hidroeléctrica Agoyán, la que facilitará con la información veraz y clara.

Las primordiales actividades que tomará en consideración son las siguientes:

La presa es una pared artificial que cierra un valle o depresión geográfica donde se almacena el agua. En otros casos, la presa deriva un cierto caudal hacia las obras de conducción. Para levantar la presa, se construye un túnel que desvía provisionalmente el cauce del río; por tal razón dicho túnel se llama túnel de desviación. En el área libre se construye la obra. La presa puede incluir una estructura denominada vertedero, el cual permite que el agua excedente aportada al embalse sea liberada y fluya directamente al cauce natural aguas abajo. (Ver Anexo 2.)

Desagües de fondo

La presa desagües de fondo Los desagües de fondo están diseñados para la protección de la presa. Los desagües de fondo se encuentran ubicados en el centro de la presa, encontrándose la solera de ingreso en la cota 1626 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) Está compuesto por dos compuertas, una radial que se usa para el trabajo normal de evacuación de agua y sólidos, y una plana que sirve para realizar reparaciones en la compuerta radial. (Ver Anexo 3)

PROCESO ACTUAL PARA LA RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO DE LA REPRESA

Trabajos preliminares

Antes de realizar las reparaciones es fundamental ejecutar la construcción de un muro de gaviones contra la compuerta plana, para controlar las fugas existentes en las compuertas, adicionalmente se edifica un muro horizontal de mampostería de ladrillo aguas abajo con el fin de que las filtraciones que existen puedan ser conducidas aguas abajo y que no se humedezcan el área a intervenir.

Trabajo de reparación

Cuando existe desgaste en los revestimientos de socavación causada por los efectos de erosión – abrasión que afecte el flujo de evacuación del agua ocasionando riesgo en la integridad de la estructura significativamente por el constante arrastre de sedimentos que son evacuados por los desagües; es necesario efectuar su reparación.

Zona con socavaciones profundas:

- Se procede a picar las zonas redondeadas y obtener paredes verticales y fondos planos para ubicar las piedras.

- Para transportar y bajar la piedra se utiliza un Tirolesas sujetas a las plumas de las pilas de vertederos con poleas y malacates, se procede a bajar hacia el cuenco del desagüe con ayuda de tecles, ya en el desagüe el personal procede a desengancharlo para luego ubicar la piedra con palancas, métodos manuales, mecánicos “tirfor” y materiales que permitan deslizar la roca hasta su posición.
- Preparar toda la superficie creando rugosidades para crear un perfil de anclaje y exista una buena adherencia de los productos que servirán para cementar las rocas y adherir los rellenos al hormigón viejo o granito desgastado.
- Antes de la colocación de las piedras se realiza una limpieza con agua y aire en el sitio trazado, removiendo todos los materiales sueltos y el agua remanente de la limpieza, este procedimiento se ejecuta antes y después de los trabajos de perfilada, colocación de piedras.
- Al colocar las piedras en el sitio a rellenar, se considera el porte y la forma, dependiendo de la profundidad.
- Terminados los trabajos de colocación de piedras se procede a realizar las perforaciones de hasta 2.50 mts de profundidad para la instalación de los anclajes, para el cual se utiliza varillas de 25 mm de diámetro. El anclaje se lo deja 60 cm debajo de la superficie de la socavación, estos anclajes deben ir en cada piedra.

Reparación de Juntas

- Para la reparación de las juntas se procede a remover el mortero entre bloques de piedra a una profundidad de 5 a 10 cm para luego anclar pernos de $\frac{1}{2}$ x 6 cuando la junta no supere los 10 cm y la separación de estos son de 15 cm aproximadamente, se utiliza también varilla de 22 mm de diámetro por 1

metro de largo en forma de U para las juntas que estén muy desgastadas, estas se anclan en el sentido del flujo de agua.

- Para el anclaje de los pernos y U se utiliza resina sin carga y en algunos casos con arena colma.
- Una vez que se tiene listo el sitio se procede a lavar con bomba de presión y remover toda la suciedad existente y luego secar bien el sitio para el cual se utiliza un mechero.
- Cuando el área se encuentra totalmente limpio y seco, se aplica una capa de resina poliéster especial para la adherencia entre la piedra granítica y el revestimiento, inmediatamente se coloca una capa de fibra de vidrio para luego revestir con capas de hormigón y mortero de resina, las capas son de aproximadamente 2 cm de espesor y entre las cuales se utiliza la fibra de vidrio y el saturado para llenar los vacíos existentes y obtener un material continuo de reparación.

Preparación

La resina se lo mezcla con el estireno y el óxido de cobalto, el batido tiene que ser de al menos 3 minutos, el meck peróxido se lo agrega al final ya que es el elemento que permite el endurecimiento de los elementos.

Procedimientos para para la recuperación de desagües de fondo

- Consignación de orden de trabajo
- Inducción al personal
- Entrega de implementos de seguridad
- Lavada del sitio
- Construcción de diques
- Instalación de carpas
- Preparación de superficie de anclaje.
- Perfilada de juntas
- Perfilada de piedras
- Traslado de Piedras
- Lavado y secado de agregados
- Instalación de tirolesas
- Perfilada de socavaciones
- Aplicación de pintura de resina
- Colocación de piedras en socavaciones
- Colocación anclajes en juntas
- Colocación de morteros y hormigón de resina en juntas y socavaciones.
- Colocación de Fibra de vidrio
- Anclaje de Piedras

Maquinaria que emplean en el proceso de recuperación de desagües de fondo

- Compresor
- Martillos neumáticos
- Barrenos de varias medidas
- Rotamartillos eléctricos
- Perforadores neumáticos

Una vez conocido ciertos criterios en referencia a lo que son los desagües de fondo y los recursos que intervienen en la recuperación de los mismos, al no tener información documentada del proceso, procedimientos, registros y controles de los trabajos que se deben realizar, se procedió a realizar una entrevista al especialista de mantenimiento civil de Hidroagoyán, el mismo que conoce a detalle el proceso de mantenimiento civil y aporta información valiosa para con el desarrollo del presente trabajo poder representar y documentar el mismo. A continuación, se presenta dicha entrevista:

Para conocer las actividades del proceso de recuperación de desagües de fondo es necesario obtener información de los líderes del proceso, mediante una entrevista, la misma que se presenta a continuación:

Entrevista realizada al Especialista de Mantenimiento Civil Agoyán

Fecha: Viernes 18 de enero del 2019

Hora de la entrevista: 09h00

Duración de la entrevista: 40 minutos

¿Cómo se realiza el proceso de descarga de desagües de aguas abajo del lumbral de la compuerta radial, procedimiento, recursos, tiempos, equipos, maquinaria, materiales?

- Primero se determina la necesidad de evacuar los sedimentos por la cantidad de sedimentos que se alojan aguas arriba de las compuertas mediante medición de la altura de los mismos con los equipos instalados (Maritza y medidor de cable).
- Se gestiona las autorizaciones internas de Hidroagoyán y se coordina la autorización con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) previo a la determinación de la duración de la evacuación de cantidades de sedimentos acumulados en la proximidad de las compuertas y en la cola del

embalse se determinarían las tolerancias de tiempo referentes al inicio y terminación de la evacuación, se difunde a las áreas de mantenimiento lo establecido para la evacuación.

- Como recursos de máquinas se dispone de los sistemas oleo hidráulicos para la apertura de las compuertas, como recursos humanos de turno se dispone de un supervisor de operación y un operador en la presa, en caso de máquinas un operador adicional.
- Como proceso de descarga se realiza la verificación de que las compuertas planas de mantenimiento estén elevadas en su totalidad y bloqueadas en esta posición y de forma controlada se realiza la apertura de las compuertas radiales para evacuar los sedimentos a través del arrastre por el flujo del agua del embalse en primera instancia y posteriormente con el flujo del río Pastaza, esta apertura se la mantiene dependiendo de lo planificado con los dos desagües o solo uno en caso de estar ejecutándose el mantenimiento en uno de los desagües, como recurso de apoyo en una evacuación de sedimentos rutinaria se dispondrá de personal de mantenimiento civil con 5 personas un supervisor y cuatro misceláneos para realizar la limpieza de sellos, y en las rejas de la toma de carga se realiza la limpieza y retiro de plásticos y material que se queda atrapado en esta estructura; para realizar estas limpiezas se debe disponer de bomba de presión en la corona a de la presa, equipo de protección personal para trabajo en altura, un vehículo tipo camioneta.
- En lo referente a tiempos por evacuación de sedimentos esto es muy variable y depende de la cantidad de sedimentos acumulada en el embalse y los caudales que presenta el río, por lo general máximo en 22 horas.
- Para la evacuación de sedimentos no requiere materiales, la condición óptima para un buen lavado es tener un caudal alto en el río Pastaza.

¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento y en base a que parámetros se establecen los mismos?

- El termino mantenimiento comprende varios aspectos, evacuación de sedimentos del embalse, o requerimientos técnicos de mantenimiento mecánico, civil, eléctrico o necesidades para control de operación.
- Los vaciados del embalse se realizan por razones técnicas de operación de la central, el tiempo de vaciado depende de la actividad que lo genera si es por evacuación de sedimentos no es mayor a 22 horas.
- Por constantes vaciados se produce el desgaste de los desagües de fondo, por ende, la reparación de cada uno toma un tiempo de 3 meses en su recuperación.
- Los parámetros que determinan el inicio de la planificación de reparación son la profundidad de los desgastes, al tener desgastes mayores a 60 cm se debe realizar la restitución de todo el perfil hidráulico, los desgastes no son iguales en toda el área de la solera y varían de 0 a 60cm esto en un área aproximada de 360 m², esto es un efecto que depende de la dureza característica del material de revestimiento y del material que lo confina y sostiene en su lugar. También depende de la agresividad del desgaste, caudales, que tiene relación directa con el contenido y dureza de las partículas en suspensión que se evacuan con el agua en los mantenimientos del embalse.
- Los tiempos se determinan en base a estas necesidades previas establecidas

Entrevista realizada al responsable del Trabajo Operativo

Fecha: Viernes 18 de enero del 2019

Hora de la entrevista: 10h00

Duración de la entrevista: 35 minutos

¿Qué fallos se evalúa para proceder con el mantenimiento civil?

- Los principales fallos para un mantenimiento civil para reparar el perfil hidráulico del desagüe son el desgaste mayor a 60 cm de profundidad en la solera del perfil relacionado con el de diseño.
- Para caracterizar el proceso se hace necesario conocer todos los componentes del proceso: proveedores, entradas, salidas, clientes, controles, recursos, indicadores, normativa.

¿Cuáles son los procedimientos, principales indicadores de control del mantenimiento, registros, hojas de control, formularios; etc., que se toma en consideración para realizar el proceso de mantenimiento civil de obra?

- Los principales requerimientos son disponer de los materiales como resinas, piedra granítica, arena de granito, fibra de vidrio, barraras de acero para anclaje, equipos de corte, picado y perforación electromecánicos, sacos para transportar el material al sitio, polea manual para ingresar los materiales, grúa estática diseñada en sitio para meter grandes piedras, carpa para cubrir el área y poder protegerla de la lluvia y del sol, en el interior del desagüe de fondo, gaviones, piedra bola, ladrillos, mortero de cemento, cuerdas, resinas epoxicas comerciales para pegar granito con mortero nuevo.

¿Con su experiencia cuales serían las alternativas de uso de otros materiales en la recuperación de desagües de fondo, vida útil, resistencia, indicadores de fiabilidad, criticidad y mantenibilidad?

- Se ha evaluado la posibilidad de usar otros materiales para mantener el perfil hidráulico del desagüe físicamente adecuado.
- Este detalle implica sustituir las características del granito en relación a dureza, resistencia al desgaste, a la corrosión, a los impactos y al montaje. Y por supuesto una buena relación costo beneficio.
- Se ha probado en las zonas de blindaje de las compuertas radiales placas de acero de diferentes tipos, se ha probado compuestos químicos solidificados, se ha probado granitos de la zona, se está probando granito de otras partes del mundo y el más rentable tanto técnicamente como en la relación costo beneficio ha sido el granito de la zona nor-oriental vía Baños Puyo Río Negro y Río Verde, actualmente el desagüe está revestido con granito de grano fino.

Tabla 1. Costos actuales del Mantenimiento Civil – Recuperación de Desagües

COSTO DE MATERIALES		112,800.00
	Cemento	1,000
	Arena	500
	Ripio	800
	Piedra	2,000
	Selladores	2,500
	Impermeabilizantes	2,000
	Aceleradores	1,000
	Resina	97,000
	Varillas	2,500
	Pernos	1,000
Pintura de Resina Poliester	2,500	
COSTO MANO DE OBRA		102,000.00
	30 Miscelaneos	76,500
	2 Ingenieros Civiles	7,200
	1 Ingeniero Hidráulico	3,600
	1 Ingeniero Geólogo	3,600
	1 Ingeniero Mecánico	3,600
	1 Jefe de Mantenimiento	4,500
1 Supervisor de Obra	3,000	
COSTO DE MAQUINARIA		18,000.00
	Retroexcavadora	3,500
	Grua	3,500
	Taladro de diamante	1,500
	Bomba de presión	2,500
	Volquetas	4,500
Mini dumper concreto	2,500	
COSTO DE REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO		232,800.00

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Daniel Robayo, 2019

Como se puede observar en la Tabla 1, se presenta un desglose de los diferentes recursos que se utilizan para realizar el proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo en la presa Agoyán de la provincia de Tungurahua. El costo aproximado del mantenimiento es de 232,800.00 dólares, y algo muy importante que se debe tomar en cuenta es que el material que se necesita para el relleno como lo es la piedra, arena, ripio es adquirido a los habitantes de la comunidad, con esto ellos son favorecidos económicamente. El tiempo que toma en realizar el mantenimiento es de aproximadamente 3 meses, siempre y cuando las condiciones climáticas sean favorables.

Área de estudio

Dominio: Tecnología y sociedad

Línea de investigación: Empresarial y Productividad

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Proceso de mantenimiento

Aspecto: Recuperación de desagües de fondo

Objeto de estudio: Proceso de mantenimiento y recuperación de desagües de fondo.

Período de análisis: 2018

Modelo Operativo

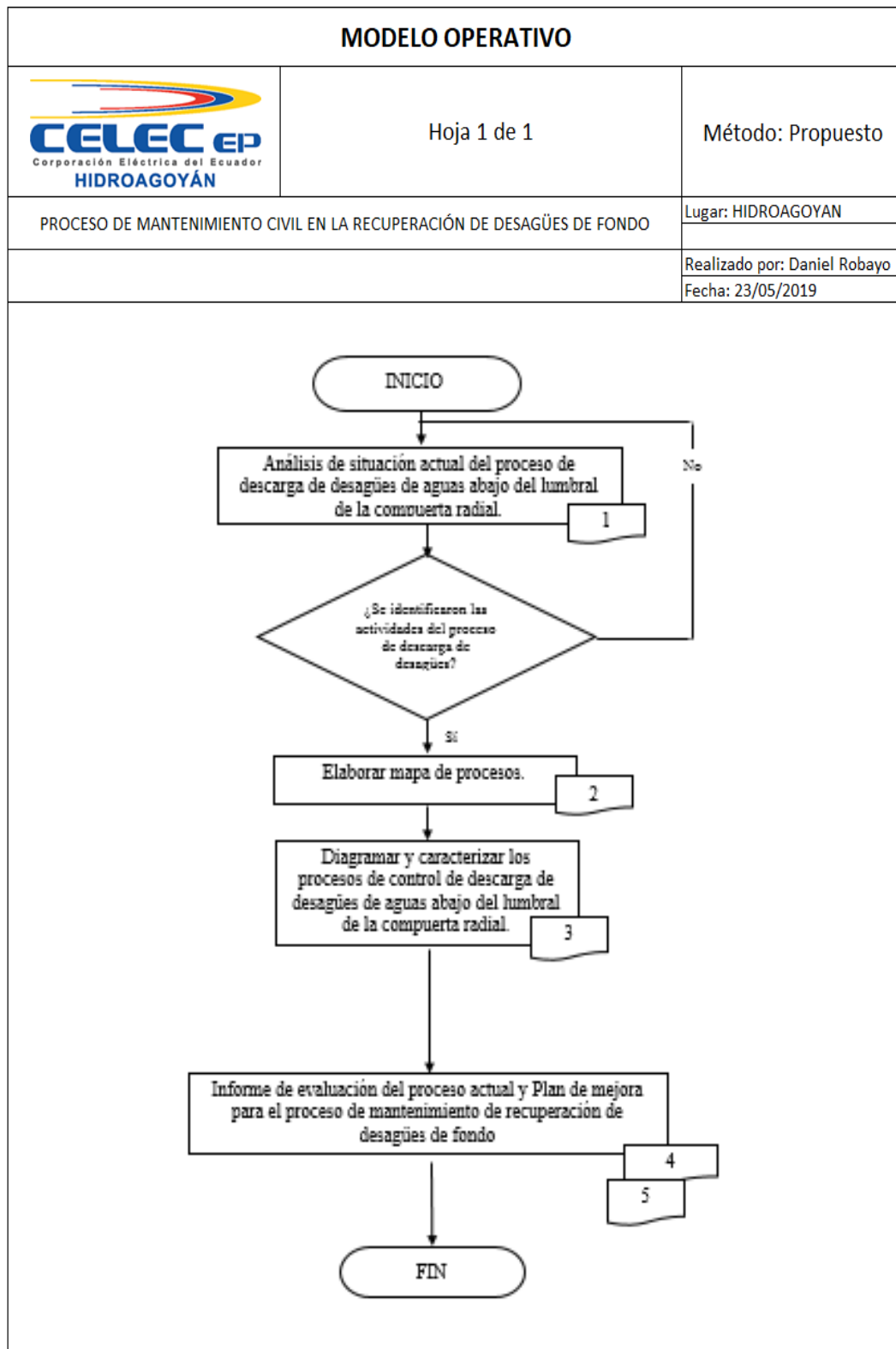


Gráfico 1. Modelo Operativo
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Desarrollo del modelo operativo

1. Análisis de situación actual de los procesos de la descarga de desagües de aguas abajo del lumbral de la compuerta radial.

Conforme con la información proporcionada en la Central Hidroeléctrica Hidroagoyán de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP y a través de las investigaciones de campo y observación se determina un diagnóstico actual sobre la descarga de desagües de aguas bajo de la represa.

Es importante indicar que se han detectado ciertas falencias en el proceso de recuperación de desagües de aguas bajo de la represa. Uno de los problemas tiene que ver con factores exógenos como la lluvia y otro de los inconvenientes detectados son los factores endógenos siendo estos las filtraciones que ocurren en la represa.

Es por tal motivo que, en instancias la recuperación de desagües suele tornarse un tanto complicado; de la misma forma, la inexistencia de un formato estandarizado de inspección, es un atenuante intrínseco que da lugar a que el proceso de la descarga de desagües de aguas abajo del lumbral de la compuerta radial no se desarrolle adecuadamente.

Es así que, para dar lugar a un diagnóstico real de los procesos que se llevan a cabo en la recuperación de desagües de fondo, se tomará en consideración lo siguiente:

- Visitas de campo a la Represa Hidroeléctrica Agoyán.
- Observación de los procesos que se desarrollan.
- Levantamiento de la información a través de entrevista con el encargado del área, a fin de obtener información relevante para la investigación.
- Solicitar el plan de mantenimiento civil de recuperación de desagües de fondo actual.

- Cotejar si se da lugar al cumplimiento de los parámetros que se estiman en el plan de mantenimiento civil para la recuperación de desagües de fondo.
- Detectar la existencia o no de falencias en el proceso de recuperación de desagües de fondo.

2. Elaborar mapa de procesos.

Considerando la información proporcionada por la Central Hidroeléctrica Agoyán, se orienta a la identificación y análisis de los procesos estratégicos y operativos para dar lugar al desarrollo de un mapa de procesos.

3. Diagramar y caracterizar los procesos de control de descarga de desagües de aguas abajo del lumbral de la compuerta radial.

Permite identificar objetivamente los procesos que se llevan a cabo para la recuperación de desagües de aguas abajo del umbral de compuerta radial, caracterizando el proceso que desarrolla la Central Hidroeléctrica, poniendo énfasis en indicadores que justifiquen la calidad y durabilidad del proceso de intervención en la recuperación de desagües.

4. Elaborar informe de evaluación del proceso actual de descarga de desagües de aguas abajo del lumbral de la compuerta radial.

Considerando los elementos de eficiencia, eficacia y efectividad; y de la misma manera, tomando en cuenta las etapas del proceso de investigación, se desarrolla un informe con los resultados de la evaluación del proceso actual y la posible mejora del mismo.

5. Informe con recomendaciones para optimizar el proceso de mantenimiento de recuperación de desagües de fondo

Se propone un informe sustentando recomendaciones para optimizar el proceso de mantenimiento de recuperación de desagües de fondo que permita incrementar el intervalo de tiempo de intervención en el mantenimiento y optimizar recursos.

La recuperación de desagües tiene su inicio desde el año 2006 a partir del proceso eruptivo del volcán Tungurahua, ya que debido a los flujos (lahares) comenzó a erosionar los desagües de fondo, por lo tanto, se realizó el mayor mantenimiento realizado hasta la presente fecha.

- En el mayor mantenimiento se realizó una inspección donde se encontró una socavación con una profundidad de 2,5m x 1m por un largo de 25m.
- Obedbrech fue la empresa que realizó el mantenimiento en el 2006
- Dicho mantenimiento duró 6 meses,
- En el mantenimiento mayor se dejaron habilitados los dos desagües de fondo por dos meses, con el objetivo de precautelar la presa y casa de máquinas (lahares del Volcán).
- El material que se ha utilizado es bloques de piedra granita, dichos bloques forman parte de la presa desde 1987, para el anclaje de dicho material se ha utilizado resina y/o hormigones.
- Ciertos trabajos se han realizado con RESINA EPOXICA, esto debido a sus costos elevados.
- El mantenimiento mayor se lo realizó bajo un contrato con el Ing. Oswaldo Yépez, (Especialista en Hormigones) donde se utilizó piedra granita (debido a su alta resistencia).
- En el año 2007 se realizó la reparación de la Presa.
- Las piedras tienen una densidad de 3,5 – 4 m³ por piedra
- Desde sus cimientos el desagüe de fondo cuenta con 4 pisos de piedras
- La capa superior de resina es de 20 cm debido a que soporta el desgaste del agua, es decir aguanta el golpe de los sedimentos.

- **Mano de Obra.**

- Ing. Oswaldo Yépez (Especialista en Hormigones)
- Ing. Alfonso López (Jefe de Mant. Civil CELEC)
- Sr. Jaime Acosta (Supervisor)
- Sr. Darío Mariño (Maestro Mayor)
- Albañiles (4)
- Ayudantes de albañil (6)
- Obreros (20)

- **Equipos:**

Proceso. -

- Grúa (Corona de Presa)
 - Malacate (Corona de Presa)
 - Se construyó unos rieles (contrafuertes de presa)
 - Tirfor (Sistema neumático de tracción – herramientas)
 - Grúa
 - Malacate
 - Taladros neumáticos y eléctricos
 - Poleas
 - Cabos
 - Mecheros
 - Herramienta menor (Palas, combos, picos, etc)
- Los anclajes que se realizan con varilla tienen una profundidad de 80cm – 120cm
 - Los trabajos de mantenimiento inician por una Orden Mensual – Medición (Inspección) – verificación del estado actual del desagüe – Informe Técnico
 - El mantenimiento de los desagües se los realiza cada 2 o 3 años, dependiendo del desgaste del lecho del río.

- La Orden de Trabajo (OT) consiste en la verificación de planchas metálicas y piedras grandes, mensualmente.

- **Proveedores:**

Materiales (caducidad de 6 meses)

Resina Poliéster: Proveedor Nacional – Proveedor Extranjero (México y Chile)

Productos probados, ensayos realizados antes de su uso.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

MAPA DE PROCESOS

En trabajo realizado en conjunto con los técnicos de CELEC-Hidroagoyán se elaboró el mapa de procesos de dicha empresa, la misma que se la puede visualizar en el Gráfico 1 adjunto

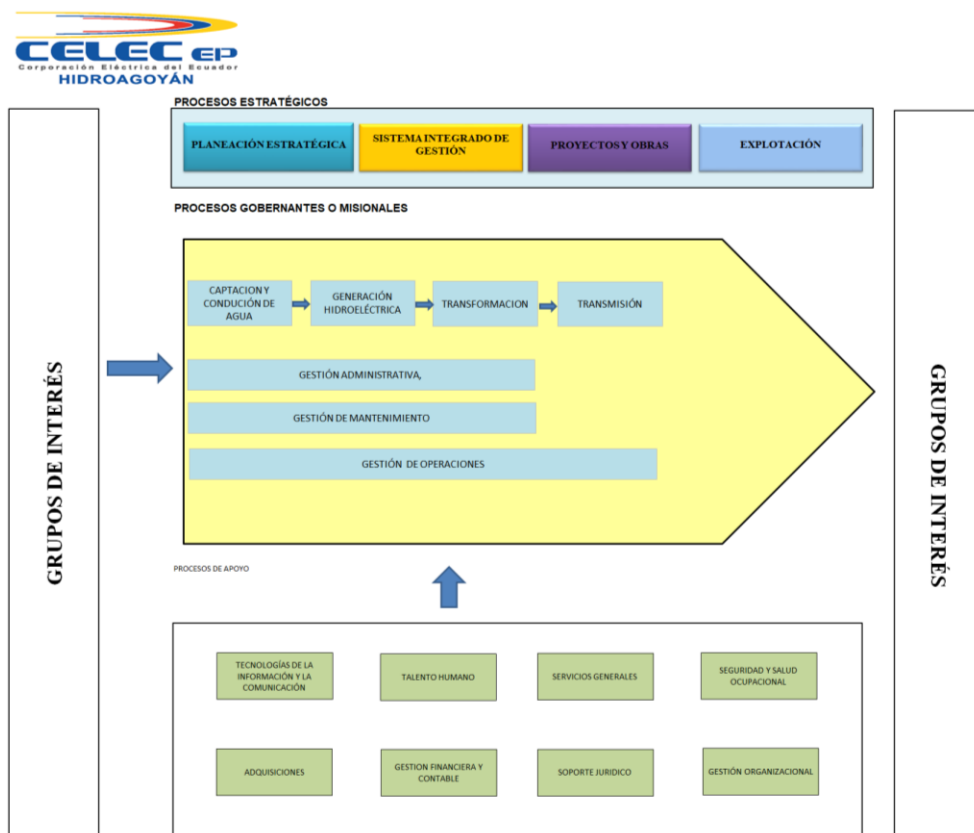


Gráfico 1. Mapa de macro procesos CELEC - Hidroagoyán

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Dentro de los procesos operativos se encuentra la Gestión de Mantenimiento, el mismo que se divide en Mantenimiento mecánico, civil, eléctrico y electrónico. El mantenimiento civil a su vez se divide en desagües de fondo; y estos en desagües de embalse 1 y 2 y en desagües del desarenador. Lo que se puede observar en el Gráfico 2 adjunto.

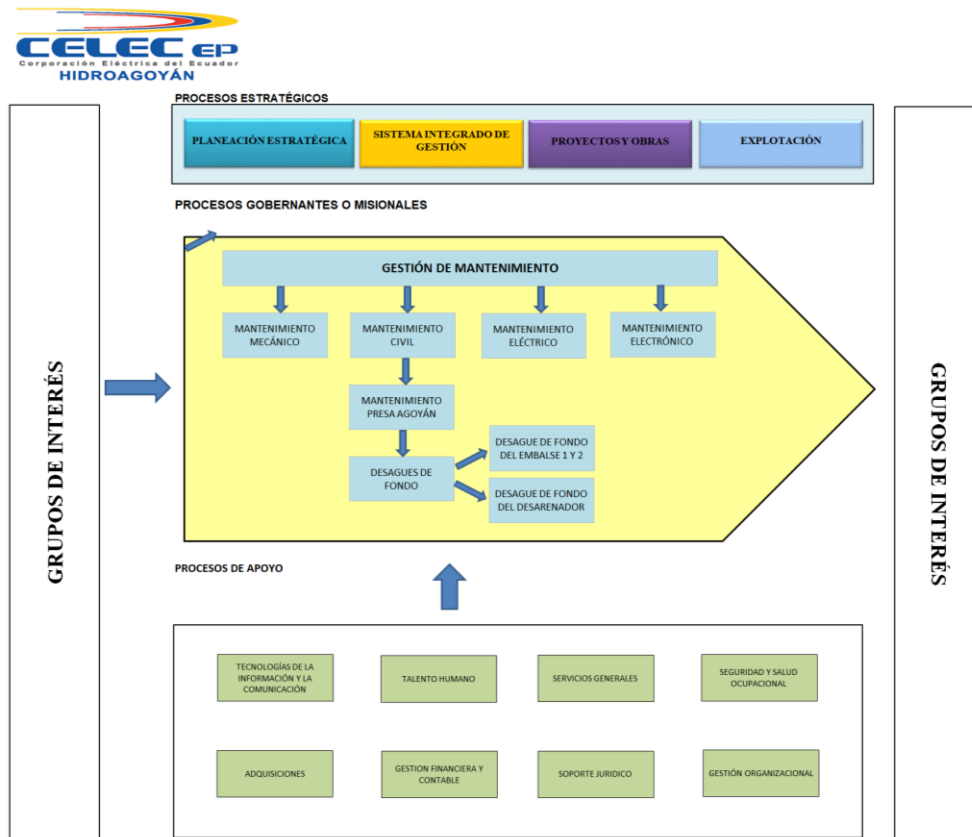


Gráfico 2. Mapa de procesos Gestión de mantenimiento CELEC-Hidroagoyán

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Robayo, 2019)

A continuación, se describe todo lo referente al desarrollo del proyecto de recuperación de desagües de fondo.

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO CIVIL DE RECUPERACIÓN DE DESAGÜES DE FONDO

La capacidad máxima de desfogue es de 1000 m³/seg. cada uno, con apertura del 100% de la compuerta radial.

Cuadro técnico

Tipo Hormigón, gravedad, controlada por compuertas.

Volumen de Hormigón 17.800 m³

Altura 43m.

Elevación de Corona 1653 m.s.n.m.

Longitud de Corona 300.00m.

Vertedero (Tipo) Compuerta

Capacidad en Vertederos 3800 m³/seg

Capacidad en Desagües de Fondo 2000 m³/seg.

Longitud 239.00 m.

Sección trapezoidal b 22.00 m.

Gradiente 1.66%

Ataguía Permanente

Tipo Hormigón en Arco y a Gravedad

Volumen de Hormigón 11.500 m³

Altura máxima 35 m.

Elevación de Corona 1645 m.s.n.m.

Longitud de Corona 160.00 m.

Capacidad de los vertederos 120 m³/seg.

En ocasiones, y ya desde la fase de diseño, numerosos proyectos de obras hidráulicas no han contemplado la producción y movilización de sedimentos en

las cuencas, lo cual lleva a adoptar diseños inadecuados para los efectos de la sedimentación en embalses, especialmente en cuencas con altas tasas de erosión.

Entre los efectos de la colmatación en los embalses se pueden destacar:

- 1) La pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua. Al paso de los años se puede llegar a reducir de forma importante la capacidad de los embalses.
- 2) La retención de sedimentos en los embalses puede generar problemas de estabilidad de las estructuras hidráulicas situadas aguas abajo. De esta forma, se pueden producir fenómenos de incisión del cauce y problemas de erosión localizada (pilas de puentes, etc.) aguas abajo de los embalses.
- 3) Desde el punto de vista ecológico la retención de sedimentos supone además una modificación del transporte de nutrientes y de materia orgánica.
- 4) La regresión de deltas. El curso del río se resiente hasta el mismo estuario, donde algunos deltas, como el del Pastaza, están en retroceso por la falta de aporte de sedimentos.
- 5) La alteración de la pendiente longitudinal del cauce.
- 6) La limitación del uso recreativo de los embalses.
- 7) La propensión a la eutrofia, etc.

Todos estos factores se han sumado para que se busque la manera de remediar el desgaste de las juntas y de los desagües, buscando la manera de incrementar la vida útil de los mismos sin tener que recurrir a costos muy elevados y a mantenimientos en rangos de tiempo muy cortos.

Se debe señalar además que al momento no se cuenta con información histórica de los mantenimientos de obra civil llevada a la presa Agoyán, para poder realizar comparativos en cuanto a recursos empleados y al tiempo de duración de los mismos.

DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DEL PROYECTO

En la presente propuesta se describen los diferentes procedimientos para realizar la recuperación de desagües de fondo, manejándolos como proyectos para un mejor entendimiento.

PRIMERA FASE: Gestión del Proyecto de Obra Civil para la recuperación de desagües de fondo.

Elaboración del presupuesto del Proyecto

1 Propósito. -

Determinar el valor exacto de los trabajos a realizar mediante la elaboración de una Lista de Rubros (ítems), definición de Cantidades, cálculo de precios unitarios, que sirvan de guía para la ejecución de la recuperación de desagües de fondo de la represa Agoyán

2 Alcance

Informa el costo de los trabajos a ejecutarse, las áreas participantes son Construcciones y Planeación.

3 Responsabilidades

GERENTE DE PLANEACIÓN. - Revisar los planos, especificaciones técnicas, cantidades de obra proporcionados por los diseñadores externos además de elaborar la factibilidad del proyecto.

DIRECTOR DE PRESUPUESTOS. - Elaborar los presupuestos del Proyecto de recuperación de desagües de fondo de la represa Agoyán

GERENCIA GENERAL. - Aprobar la factibilidad del proyecto.

4 Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas

Entradas

Insumo	Origen
Elaboración de presupuestos	Gerencia de Construcciones
Planos, especificaciones técnicas, cantidades de obra.	Elaboración de diseños.

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Presupuesto de costos directos de construcción.	Gerencia de Construcciones
Lista de actividades a ejecutar para la recuperación de desagües de fondo, acompañados con los costos de los trabajos, además de la factibilidad del proyecto.	Gerencia de construcciones y gerencia general.
Documentación disponible para el inicio de los trabajos	Procesos constructivos.

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.

Proceso N° PL-01-001 - Gerencia de Planeación.

Trazabilidad.

Este proceso está diseñado para que se inserte en la etapa inicial o para definir la factibilidad de realizar el proyecto, es decir que la fiabilidad con la que se ejecute debe ser del 100 por ciento.

4.3 Propiedad del Cliente.

Los diseños son de exclusiva responsabilidad y por lo tanto de responsabilidad total de los profesionales que aportaron o que fueron contratados para la elaboración de estos. Se puede identificar:

Diseños estructurales, (Ingeniero Civil)

4.4 Proceso

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
GERENTE DE PLANEACIÓN	1	De la gerencia de construcciones recibe los planos aprobados por el Comité de Gerencia, las especificaciones técnicas y las cantidades de obra a ejecutarse, especialmente cantidades calculadas de los planos estructurales.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	2	Determina los ítems y las cantidades de obra a ejecutar, de los planos estructurales
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	3	Realiza la investigación de precios de los insumos a utilizar en el presupuesto, esta investigación la puede realizar internamente a través de la jefatura de compras, que tiene los precios actualizados y mediante la investigación en el

		mercado local, nacional o internacional si el caso amerita.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	4	Elabora el precio unitario correspondiente, en formato APU-PLA-002
GERENTE Y DIRECTOR DE PLANEACIÓN	5	Elaboran el presupuesto en formato APU-PLA-001 y revisan antes de presentar para su aprobación
GERENTE DE PLANEACIÓN	6	Recibe de la Gerencia Comercial el plan de ventas y flujo de recaudos o flujo de recuperación.
GERENTE DE PLANEACIÓN	7	De la Gerencia financiera recibe el presupuesto de costos financieros y los flujos de caja previstos.
GERENTE DE PLANEACIÓN	8	Elabora la prefactibilidad del proyecto, para ser presentada a la Gerencia General.
GERENTE GENERAL	9	Aprueba la prefactibilidad presentada, si es negada, volvemos al paso N° 2 para realizar todo el proceso.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	10	Si la pre factibilidad es aprobada, debe ingresar al sistema informático.

GERENTE DE PLANEACIÓN	11	Entrega el presupuesto de costos directos con los cuales se realizará la construcción del proyecto a la Gerencia de Construcciones, debe archivar una copia en Planeación para realizar el control.
GERENTE DE PLANEACIÓN	12	Debe entregar las factibilidades económicas con los soportes a las Gerencias para conocimiento.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	13	Elabora el cronograma de ejecución de los trabajos en formato CRO-PLA-014, en donde claramente deberá estar especificado el lapso del tiempo en el cual se ejecutará la actividad.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	14	Durante la ejecución de los trabajos debe reactualizar los costos en cualquier instancia de la construcción, ya sea por cambios en el mercado, o por cambios en las especificaciones constructivas.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	15	Informar a la Gerencia Comercial la modificación en los precios del proyecto.

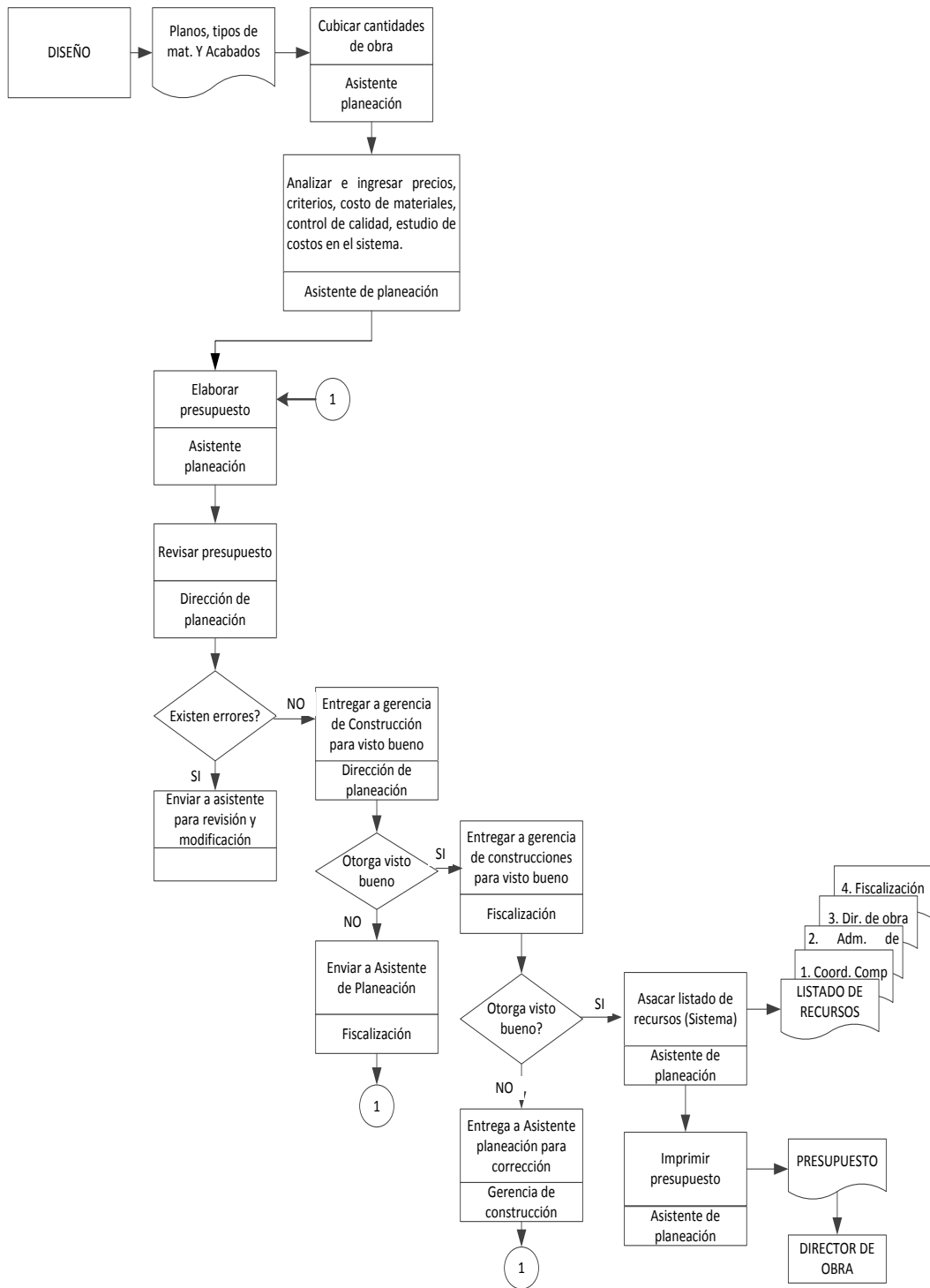


Gráfico 3. Procedimiento elaboración de presupuesto para contratación de obra civil
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Elaboración de contratos

1 Propósito. -

Elaborar un documento mediante el cual se compromete al CONTRATISTA, a proveer por su cuenta y riesgo un producto totalmente terminado.

2 Alcance

Indica los trabajos a ejecutarse y los términos bajo los cuales se establece la relación laboral, las áreas participantes son construcciones, planeación y comité de compras.

3 Responsabilidades

GERENTE DE PLANEACIÓN. - Revisar especificaciones técnicas, cantidades de obra proporcionados por los diseñadores externos además de elaborar el documento contractual.

DIRECTOR DE PRESUPUESTOS. - Presentar al comité de compras la mejor opción de adquisición o de oferta.

GERENCIA GENERAL. - Aprobar la contratación de los trabajos.

COMITÉ DE COMPRAS. - Revisar y aprobar la adquisición de los productos que servirán para la realización de los trabajos.

4 Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas

Entradas

Insumo	Origen
Presupuestos, cronogramas de ejecución de los trabajos	Gerencia de Construcciones
Ofertas de proveedores	Director de Presupuestos
Presupuestos, cronogramas	Políticas e instructivos de elaboración

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Contrato	Proveedor
Cantidades a ejecutar	Proveedor
Legalización de la relación laboral	Proveedor e ingreso de datos al sistema de control

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.

Proceso N° PL-01-002 - Gerencia de Planeación.

Trazabilidad.

Este proceso está diseñado con el objeto de comprometer al CONTRATISTA a suministrar por su cuenta y riesgo un producto totalmente terminado.

4.3 Propiedad del Cliente.

La elaboración del documento se inserta en el inicio de los trabajos.

4.4 Proceso

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
GERENTE DE PLANEACIÓN	1	Recibe presupuestos y cronogramas de ejecución de las actividades de obra, aprobados por la Gerencia general y elabora las bases del concurso.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	2	Elabora las invitaciones a cotizar a los oferentes calificados.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	3	Recibe ofertas y elabora los comparativos en formato COM-PLA-004.
COMITÉ DE COMPRAS	4	El comparativo debidamente elaborado se debe presentar al comité de compras para su análisis y aprobación, en este documento debe constar la cantidad a ser contratada, las especificaciones requeridas para la ejecución de los trabajos, las cantidades y los valores presupuestados. Si el comparativo no ha sido aprobado regresa al paso N° 2.
GERENTE DE PLANEACIÓN	5	Notifica al oferente la adjudicación del contrato, en formato NOT-PLA-005 y recibe la aceptación por escrito.

ASISTENTE DE PLANEACIÓN	6	Solicita las garantías de fiel cumplimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	7	Elabora el contrato de ejecución de los trabajos en formato CON-PLA-006.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	8	Ingresa en el sistema informático.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	9	Enviar a legalizar el contrato en una de las notarías del lugar, entregará una copia del documento al Contratista, el original debe archivar en planeación, otra copia debe de enviar a la obra para su ejecución.

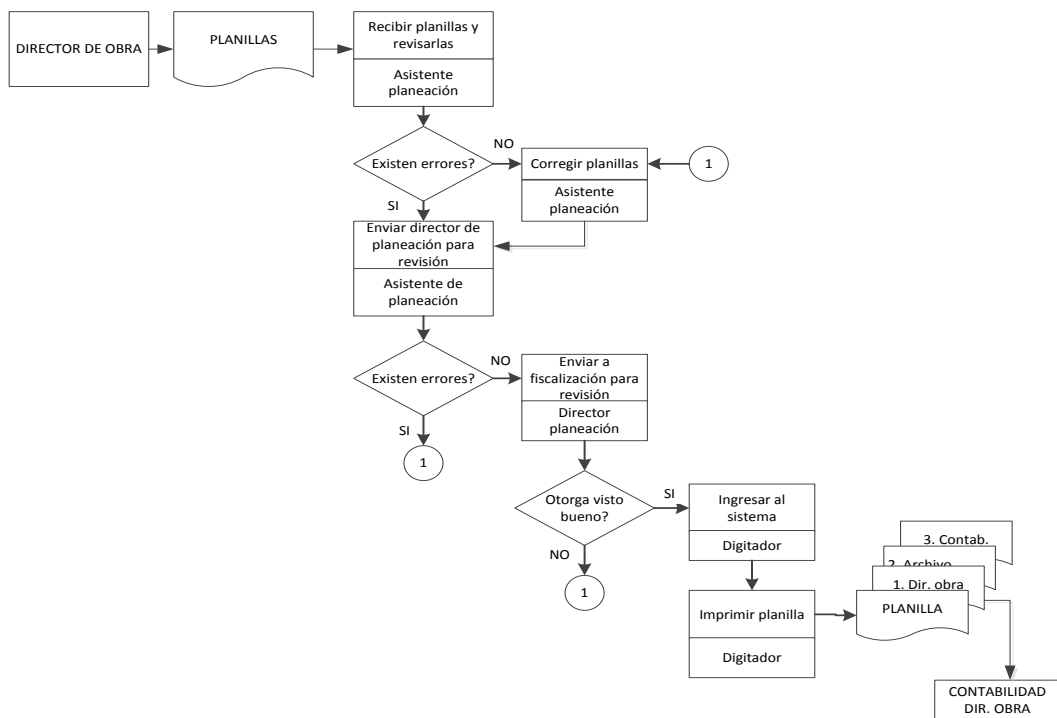


Gráfico 4. Procedimiento elaboración de contratos de obra civil

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Procedimiento pago de planillas

1 Propósito. -

Es la cancelación económica por el trabajo realizado por un contratista en los proyectos que se encuentran en construcción.

2 Alcance

Facilitar la continuidad de la ejecución de los trabajos en las Obras, mediante una oportuna cancelación de los valores planillados.

3 Responsabilidades

GERENTE DE PLANEACIÓN. - Validar las actas o planillas de pago, además de las facturas correspondientes.

DIRECTOR DE PRESUPUESTOS. - Revisar y aprobar las planillas.

GERENCIA GENERAL. - Aprobar la contratación de los trabajos.

ASISTENTE DE PLANEACIÓN. - Recibir las actas

4 Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas

Entradas

Insumo	Origen
Trabajos realizados.	Contratistas.
Cantidades de obra ejecutadas	Residentes de obra.
Planillas de ejecución de los trabajos, Facturas	Elaboración de diseños.

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Ingreso de los documentos al sistema para su pago.	Director de presupuestos.
Cantidades a pagar	Directos de presupuestos
Registro y pago a contratistas	Elaboración del documento contable para su cancelación

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.

Proceso N° PL-01-003 - Gerencia de Planeación.

Trazabilidad.

Este proceso se realiza con el objeto de entregar al CONTRATISTA una remuneración controlada y justificada de los trabajos que se hayan ejecutado.

4.3 Propiedad del Cliente.

La elaboración del documento se inserta durante la ejecución de los trabajos.

4.4 Proceso

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	1	Recibe de la obra la planilla de ejecución de los trabajos, hasta máximo el día lunes anterior al viernes de pago.
GERENTE DE PLANEACIÓN	2	Revisa que el valor planillado sea coherente con la cantidad de personal que ha realizado el trabajo detallado en el documento y aprueba su pago.

ASISTENTE DE PLANEACIÓN	3	Radica planilla para su pago.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	4	Ingresas las cantidades planilladas en el sistema informático y emite el acta de pago.
DIRECTOR DE PLANEACIÓN	5	Valida el acta de pago
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	6	Elabora y registra facturas de servicio para cumplir con la normativa nacional.
GERENTE DE PLANEACIÓN	7	Valida facturas y entrega a contabilidad en formato FAC-PLA-007
GERENTE DE PLANEACIÓN	8	Elabora cuadro de planillas para ser entregado al Gerente Financiero o a tesorería de la empresa.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	9	Elabora listado de planillas y roles de pago para que sea firmado por los trabajadores.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	10	Envía las planillas y roles de pago a obra para la firma de los trabajadores involucrados en la ejecución de los trabajos planillados.
ASISTENTE DE PLANEACIÓN	11	Archiva planillas, roles de pago y facturas.

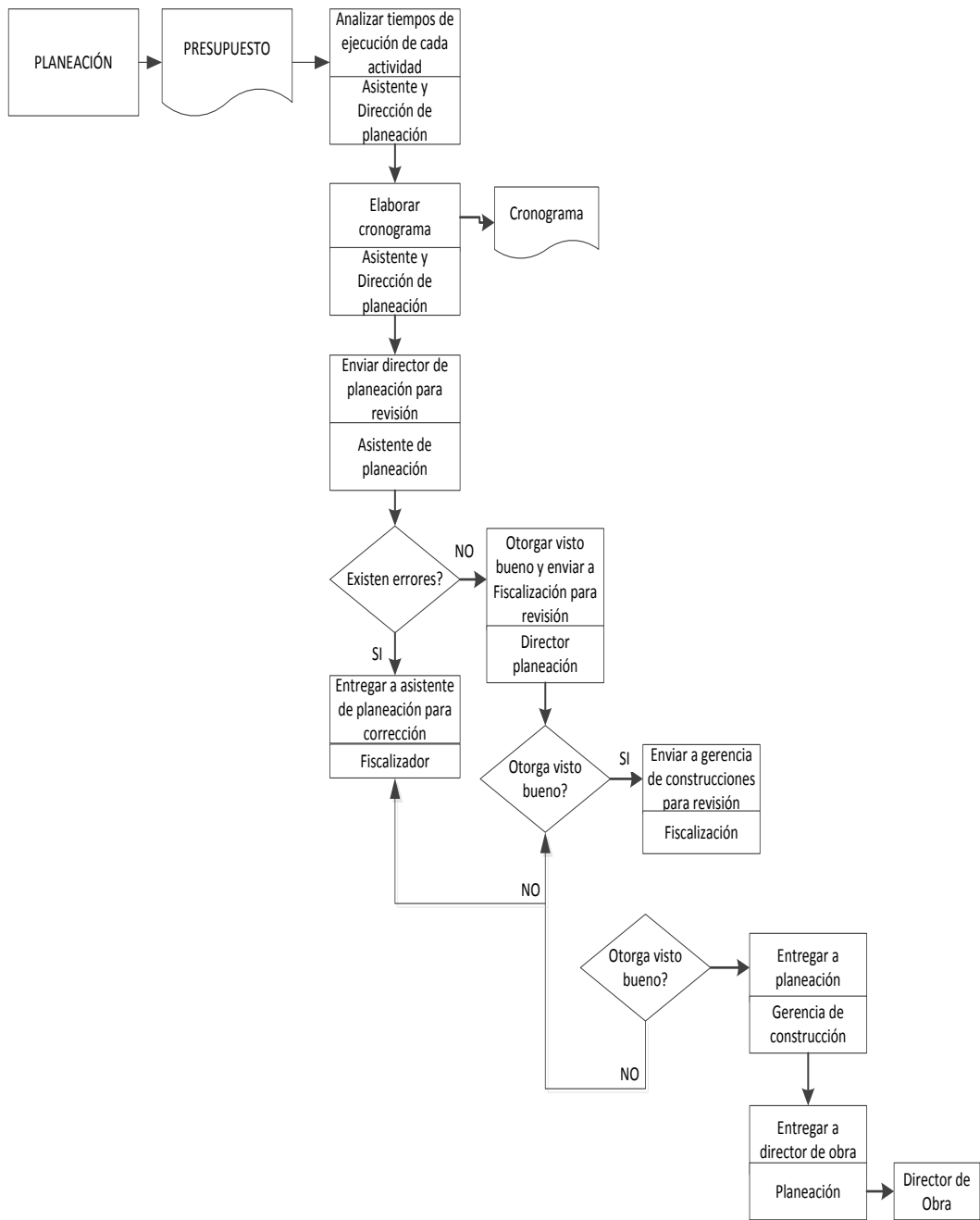


Gráfico 5. Procedimiento pago de planillas

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Procedimiento Control de Obras

1 Propósito. -

Comprobar que el avance físico corresponda al avance económico de los trabajos en el mismo espacio de tiempo.

2 Alcance

Determinar la situación del proyecto en cualquier instancia de la construcción de la obra, la misma que servirá para establecer el cumplimiento de los objetivos propuestos.

3 Responsabilidades

GERENTE DE PLANEACIÓN. - Recopilar, analizar la información generada en los proyectos y en el departamento de contabilidad y establecer un comparativo en donde se determine un equilibrio de valores.

GERENCIA GENERAL. - Aprobar el informe proporcionado.

4 Procedimiento

4.2 Entradas y Salidas

Entradas

Insumo	Origen
Avance de obra y gastos realizados	Proyectos, pagos de adquisiciones
Información de avance de trabajos y contable	Residentes de obra, gastos realizados
Planillas de ejecución de los trabajos, Facturas	Políticas e instructivos de elaboración

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Comparativo de avance con gastos realizados	Gerencia General
Porcentaje de cumplimiento	Gerencia General
Situación general de los proyectos	Gerencia General

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.

Proceso N° PL-01-004 - Gerencia de Planeación.

Trazabilidad.

Este proceso se diseñó para proporcionar a la Gerencia General información confiable del avance de los trabajos.

4.3 Propiedad del Cliente.

La elaboración del documento se inserta durante la ejecución de los trabajos.

4.4 Proceso

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
GERENTE DE PLANEACIÓN	1	Recopila información contable y de obra a través del sistema informático, esta debe ser relacionada a la misma fecha de análisis.
GERENTE DE PLANEACIÓN	2	Analiza información contable relacionándole con el listado del proyecto.

GERENTE DE PLANEACIÓN	3	Realiza el comparativo entre los datos proporcionados por contabilidad con los datos obtenidos de obra, con esto se determinará si existe variación.
GERENTE DE PLANEACIÓN	4	Acepta valores proporcionados por Contabilidad. Valida el acta de pago
GERENTE DE PLANEACIÓN	5	Determina el avance físico de la obra en formato AVA-PLA-008
GERENTE DE PLANEACIÓN	6	Si el avance físico no es concordante con el avance económico, se debe regresar al paso N° 2 y volver a realizar el proceso, si es semejante se da por aceptado.
GERENTE DE PLANEACIÓN	7	Informará a las Gerencias de la Constructora la situación de los proyectos.
GERENTE DE PLANEACIÓN	8	Este proceso se lo debe realizar mensualmente.

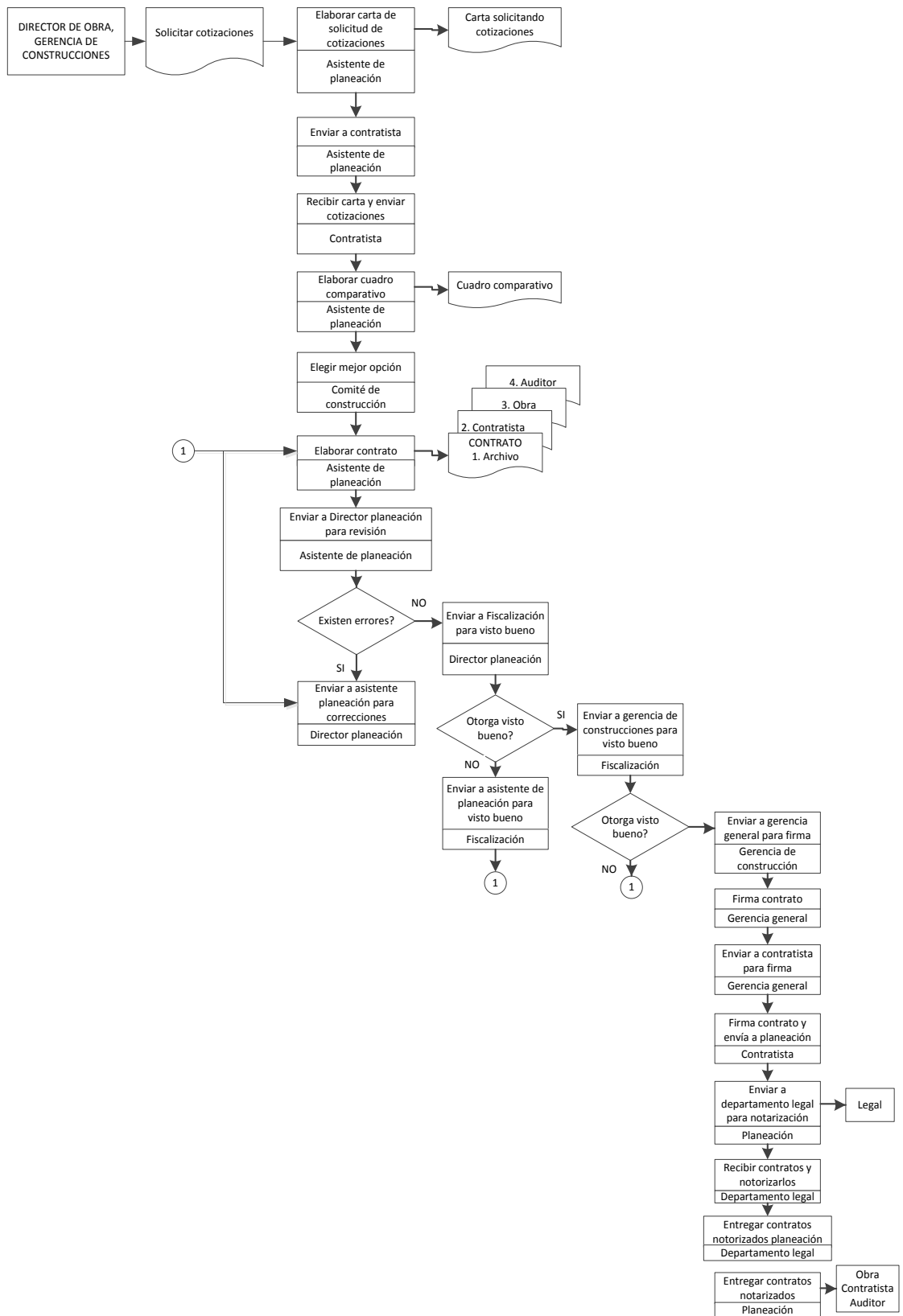


Gráfico 6. Procedimiento control de obras
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: (Robayo, 2019)

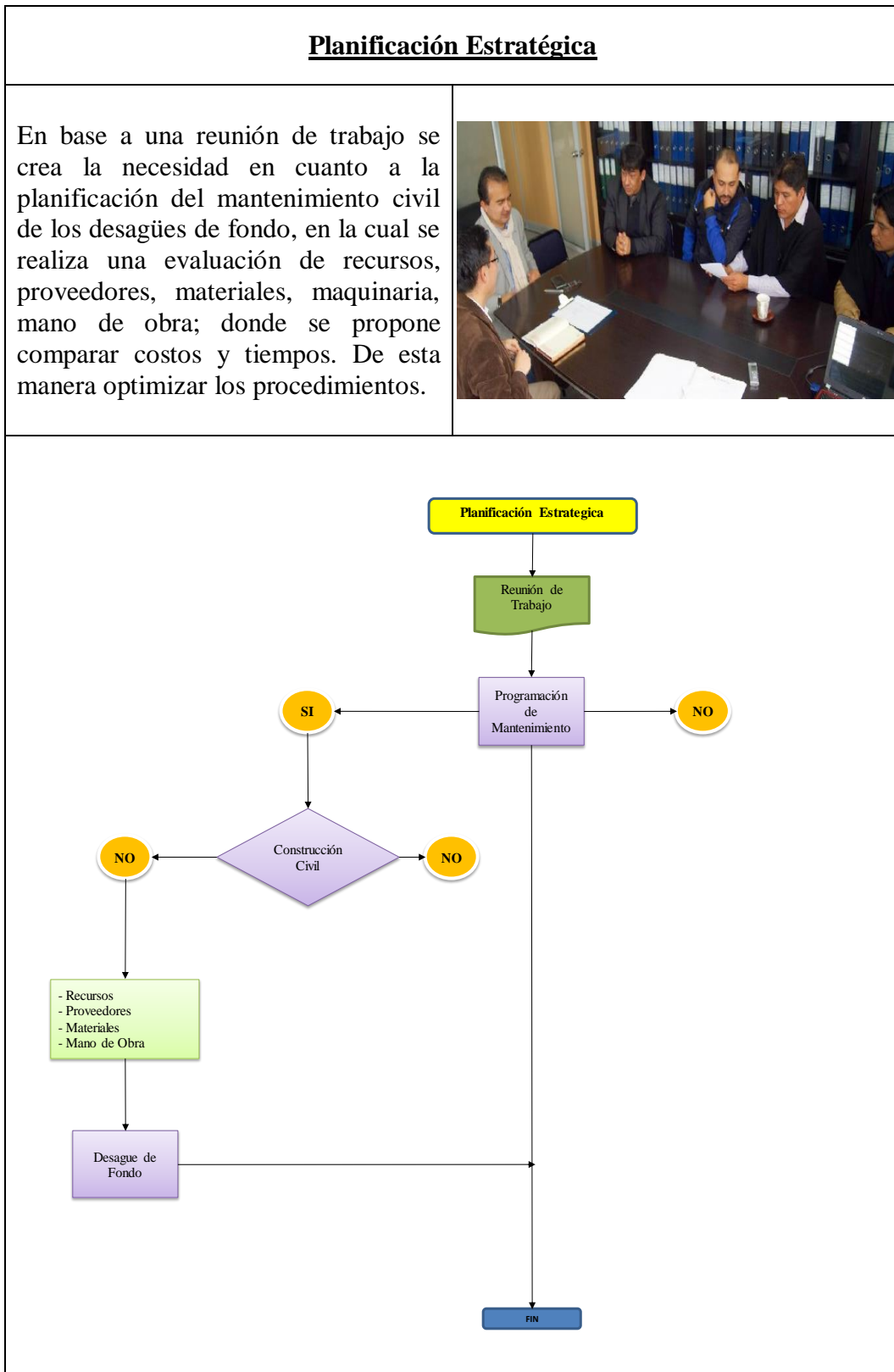
SEGUNDA FASE: Proceso para la recuperación de desagües de fondo.

En la segunda fase que se refiere exclusivamente a la ejecución del proceso de mantenimiento, tomando en consideración que lo que se propone es implementar una mejora en la recuperación de desagües de fondo de la represa Agoyán, lo primero que se pretende es retirar la base de hormigón existente en los desagües de fondo, ya que debido a la acumulación excesiva de sedimentos en la represa se ha tenido que realizar varios mantenimientos ejecutados, mismos que han debilitado el material del perfil hidráulico de los desagües de fondo.

Por lo tanto, se propone realizar el cambio total del material de base de hormigón colocando bloques de granito, esto debido a que en los mantenimientos anteriores el material se ha ido debilitando por la descarga de grandes cantidades de sedimentos acumulados en el embalse, por lo tanto los anclajes ejecutados en el material base no son resistentes ante la presión del caudal de salida, con esto se logrará obtener una mayor durabilidad de los desagües de fondo y la frecuencia del mantenimiento de la obra civil se extenderá por muchos más años.

A continuación, se presenta el procedimiento para la recuperación de los desagües de fondo.

Tabla 2. Procedimiento recuperación de desagües de fondo



Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 3. Procedimiento para la orden de trabajo

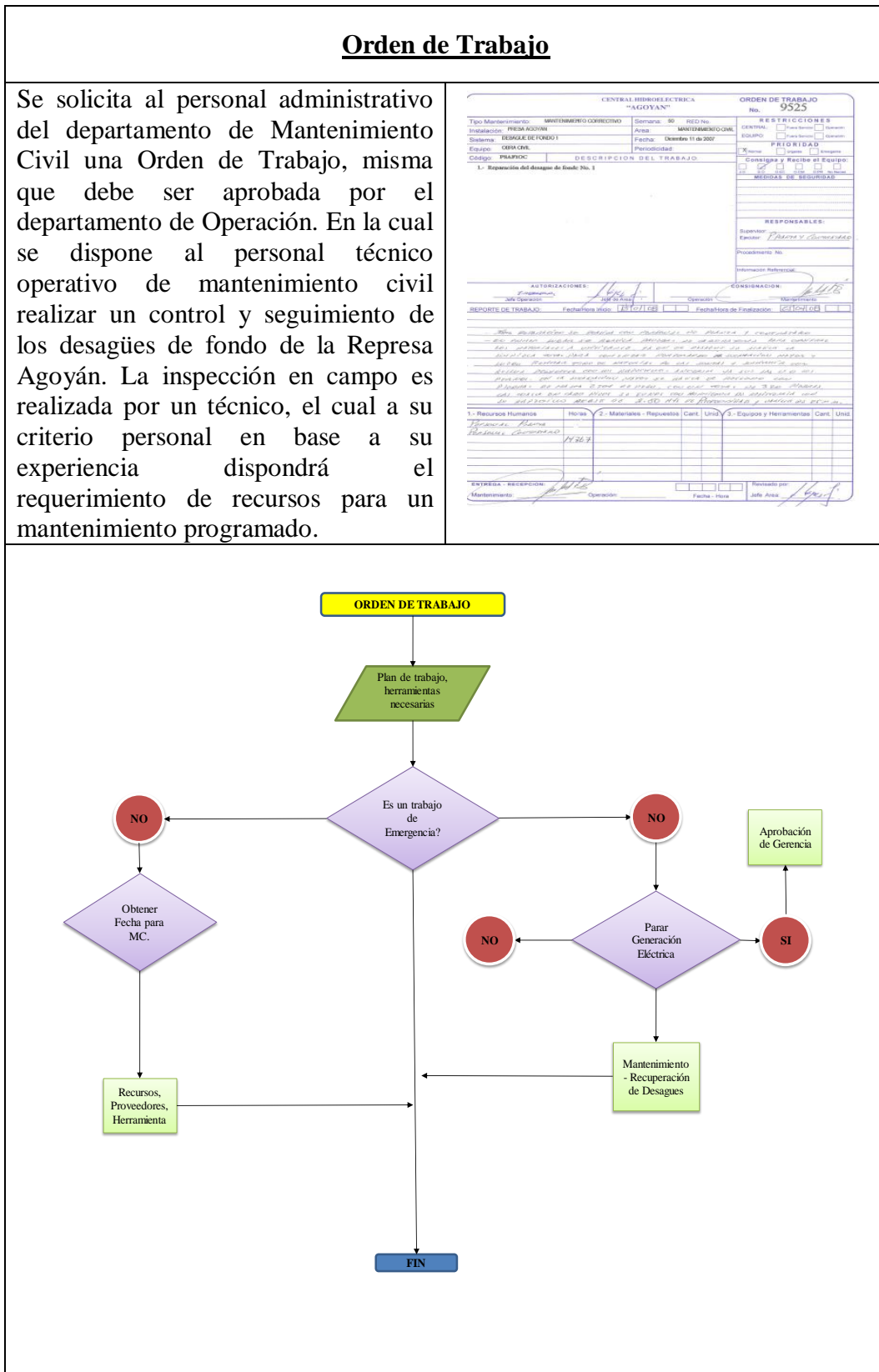


Tabla 4. Procedimiento para la inspección de campo

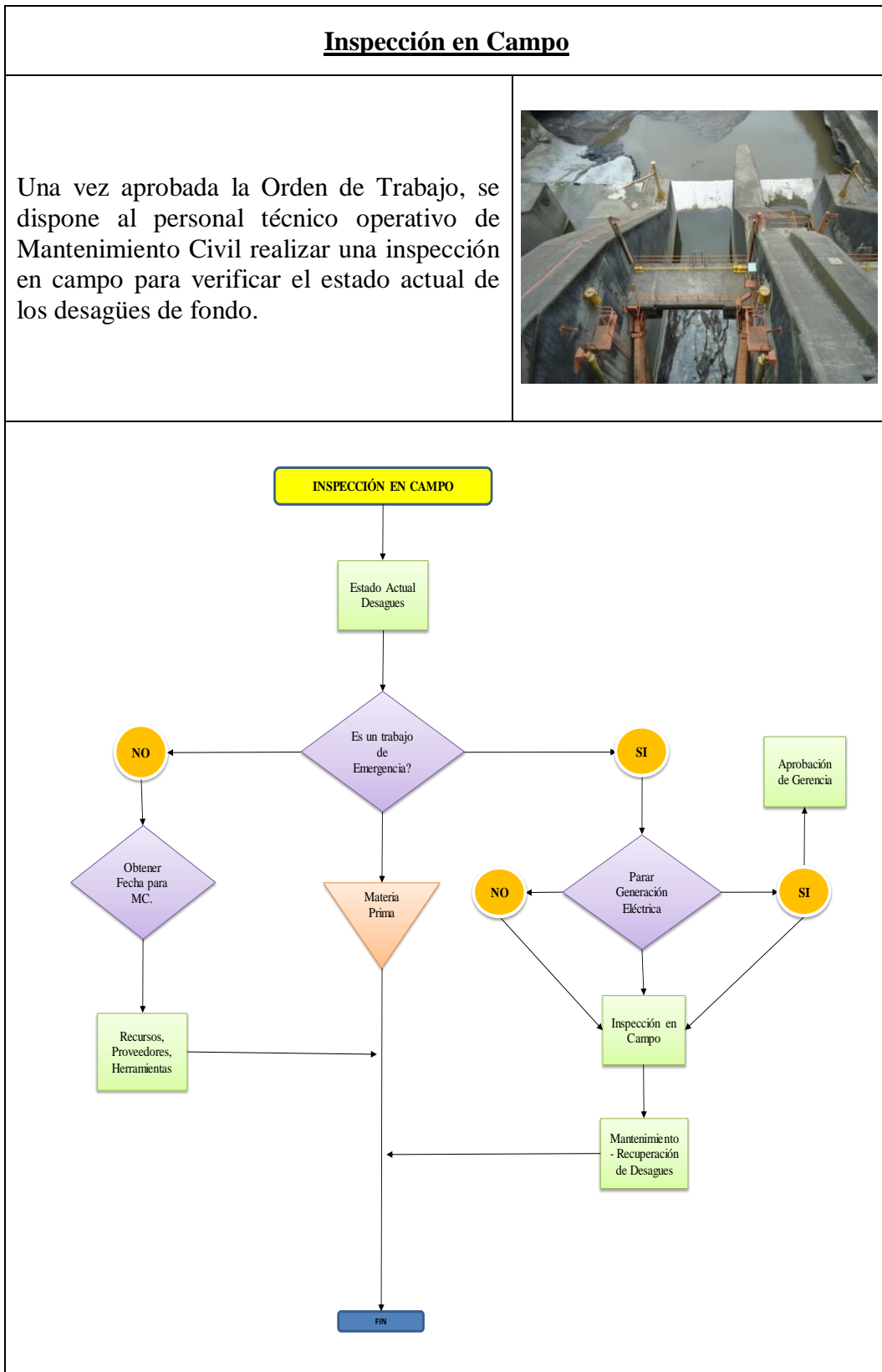

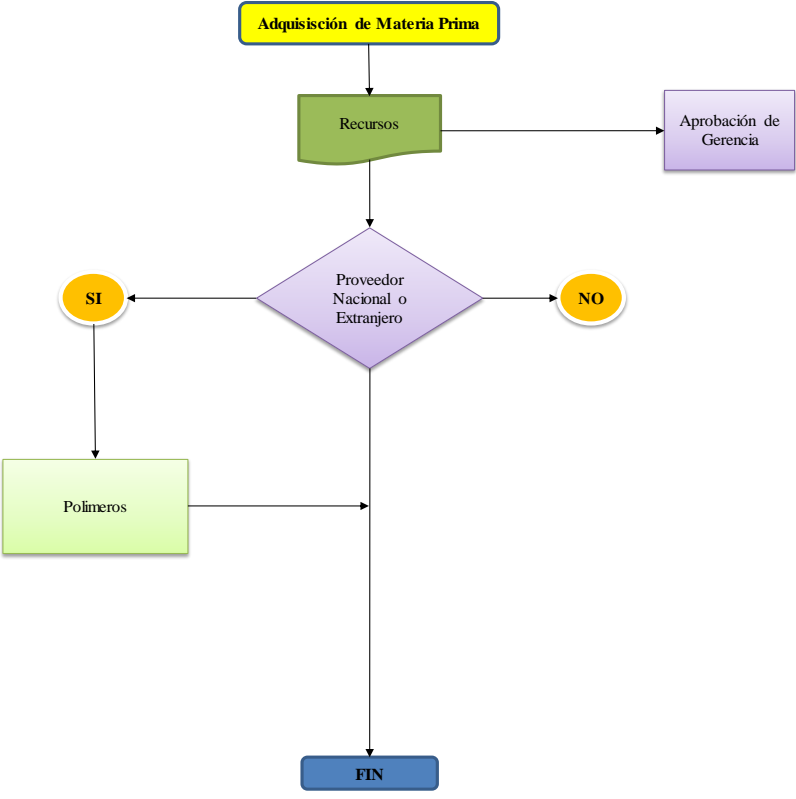

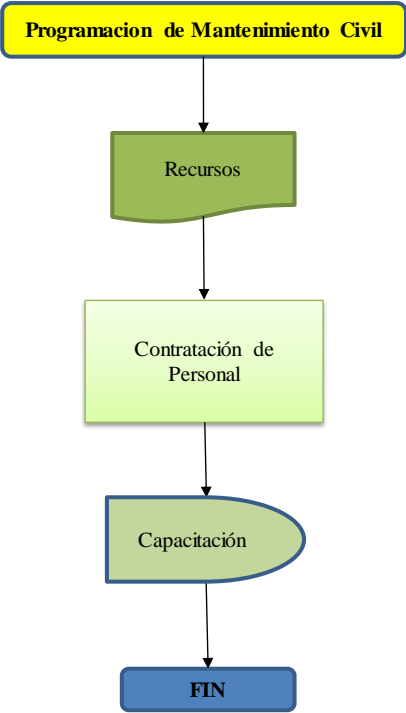


Tabla 5. Procedimiento para la adquisición de materia prima

<u>Adquisición de Materia Prima</u>	
<p>Una vez realizada la planificación estratégica, se solicita al departamento Financiero los recursos necesarios para adquisición de materia prima para la recuperación de desagües de fondo, en este caso se sigue un procedimiento un poco extenso ya que se trabaja con resinas epoxicas mismas que tienen un valor un poco elevado; de la misma manera se verifica que el proveedor sea nacional o extranjero. La SERCOP es la encargada del respectivo trámite de adquisiciones.</p>	
 <pre> graph TD A[Adquisición de Materia Prima] --> B[Recursos] B --> C[Aprobación de Gerencia] B --> D{Proveedor Nacional o Extranjero} D -- SI --> E((SI)) E --> F[Polimeros] F --> D D -- NO --> G((NO)) G --> H[FIN] </pre>	

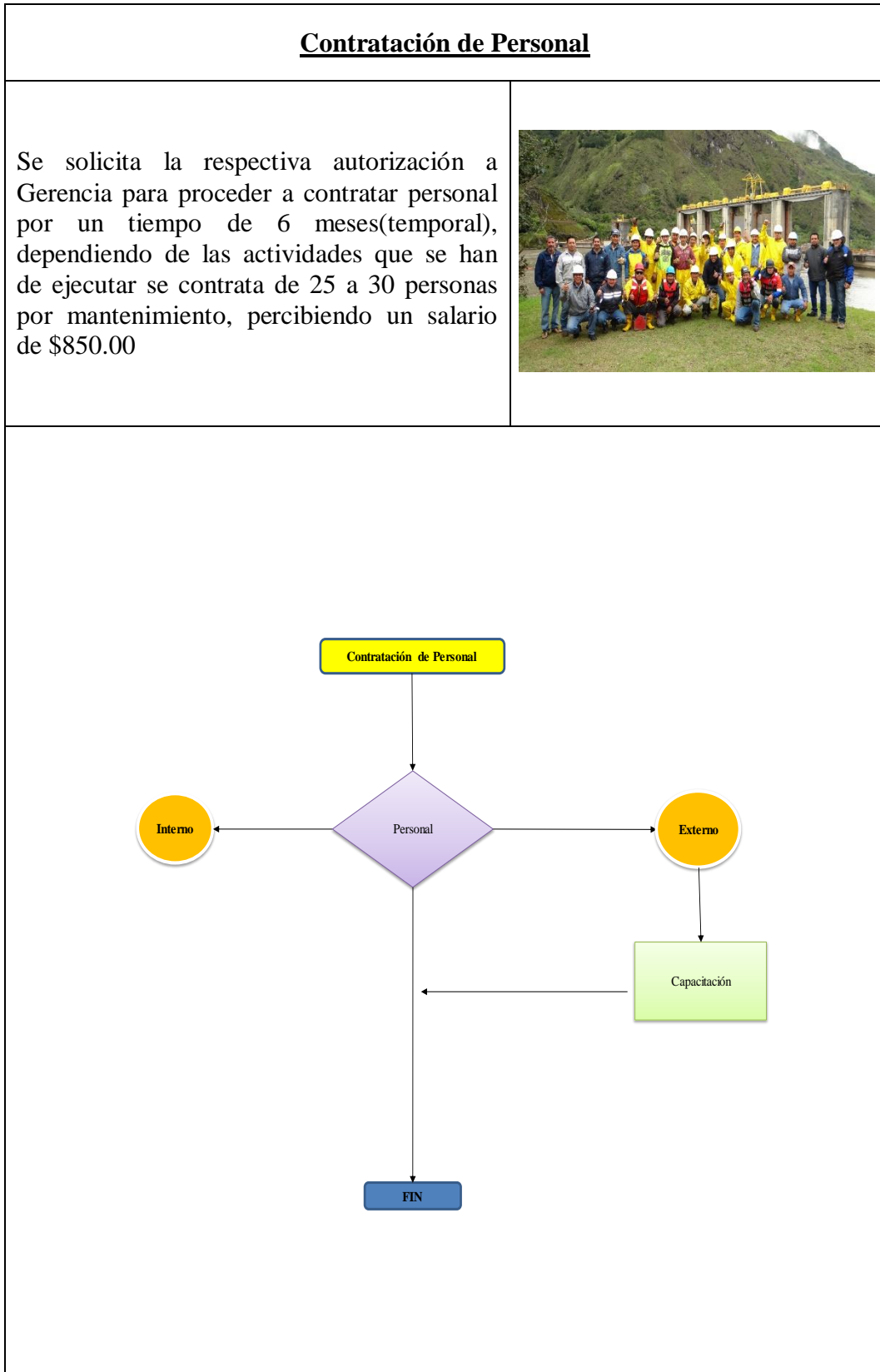
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 6. Procedimiento programación de mantenimiento civil

<u>Programación de Mantenimiento Civil</u>	
<p>En el momento que ya se ha encontrado el Proveedor, se realiza la planificación de las actividades a realizarse en el Mantenimiento Civil, una vez ya realizada la Inspección en campo se tiene un panorama más claro de las actividades que se han de ejecutar en base al porcentaje de desgaste de los desagües de fondo.</p>	
 <pre>graph TD; A[Programación de Mantenimiento Civil] --> B[Recursos]; B --> C[Contratación de Personal]; C --> D[Capacitación]; D --> E[FIN];</pre>	

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 7. Procedimiento programación de mantenimiento civil



Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 8. Procedimiento capacitación de personal

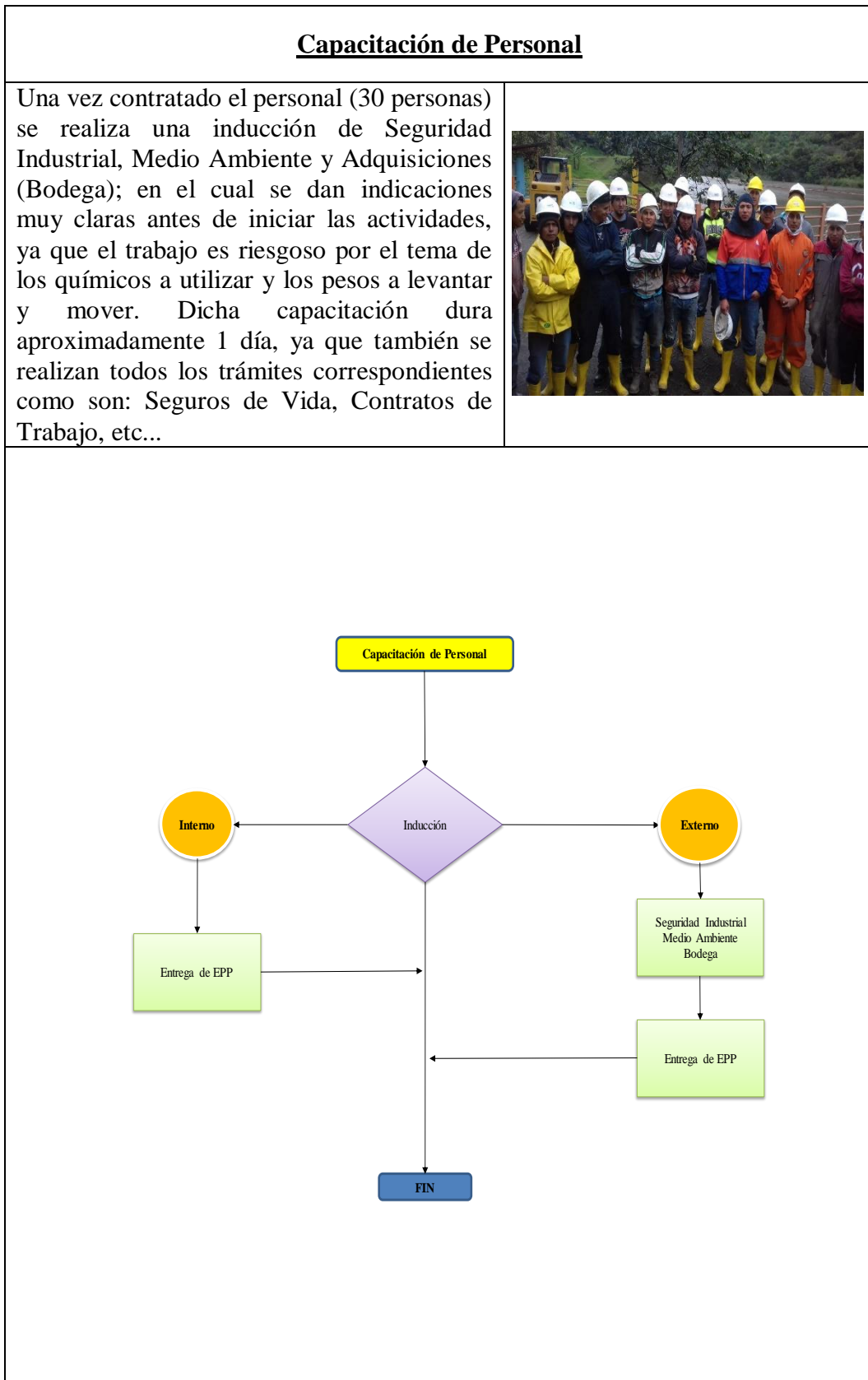

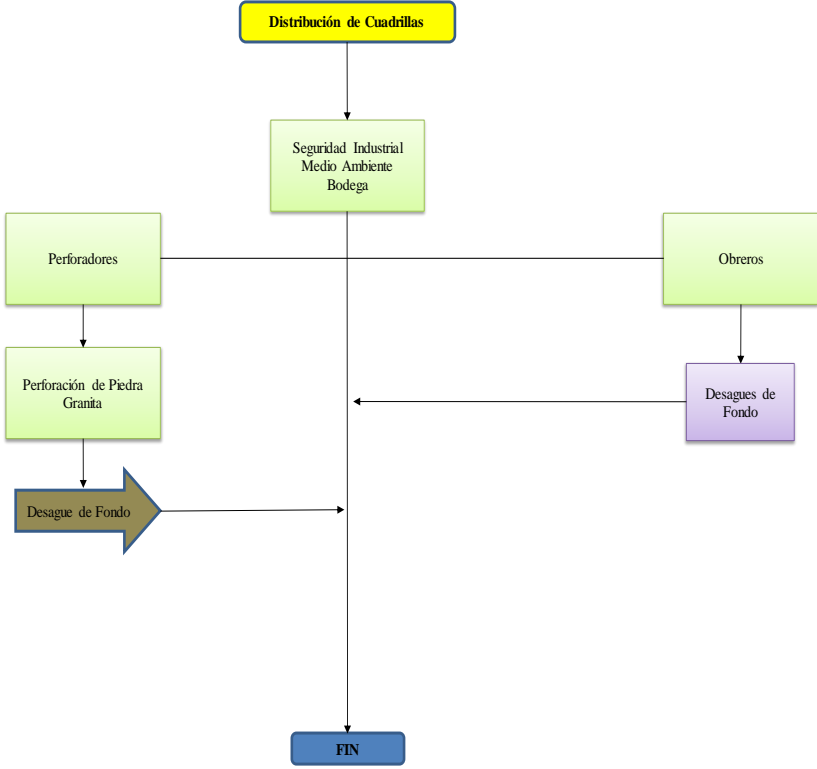

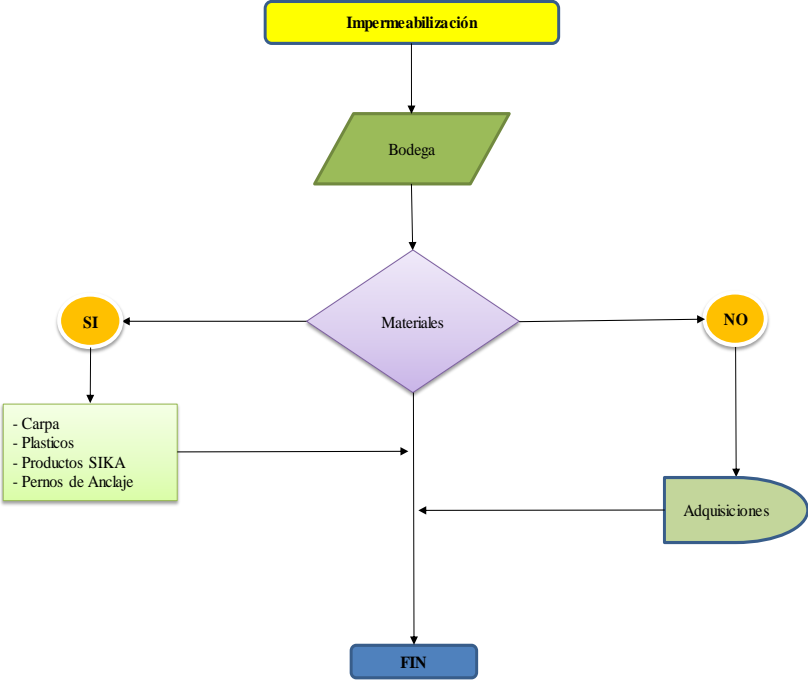


Tabla 9. Procedimiento distribución de cuadrillas

<u>Distribución de Cuadrillas</u>	
<p>Se realiza la distribución de personal mismos que se dividen en grupos como son: perforadores, misceláneos, pintores, obreros, etc... los cuales están bajo el cargo de un supervisor, jefe y maestro mayor. Se moviliza al personal a diferentes frentes de trabajo como es: casa de máquinas, presa, oficinas administrativas, oficinas técnicas, etc...</p>	
 <pre> graph TD A[Distribución de Cuadrillas] --> B[Seguridad Industrial Medio Ambiente Bodega] B --> C[Perforadores] B --> D[Obreros] C --> E[Perforación de Piedra Granita] E --> F[Desague de Fondo] D --> G[Desagues de Fondo] F --> H[] G --> H H --> I[FIN] style H width:0px,height:0px </pre>	


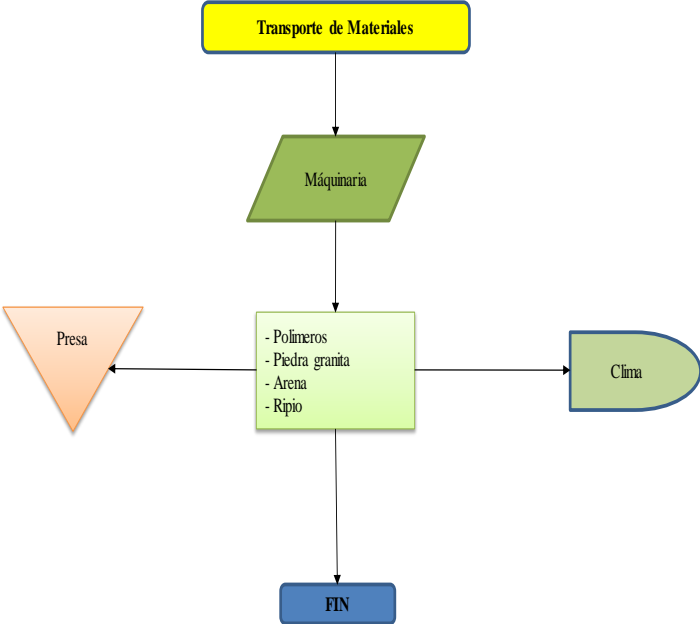
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 10. Procedimiento impermeabilización

<u>Impermeabilización</u>	
<p>Se realiza la impermeabilización del área de trabajo (desagüe de fondo aguas abajo), con la finalidad de mantener aislado de todo contacto con el agua, ya que los materiales que se van a utilizar no deben tener ningún contacto con agua, esta actividad se desarrolla en un lapso de 3 a 4 días con 10 personas; se realiza perforaciones en muros o paredes laterales del desagüe de fondo para anclajes (cada 2m) que sirven de sujeción de carpas, se utilizan 3 personas para realizar las perforaciones y brindar la seguridad correspondiente, el resto de personal (7) ayuda al momento de templar la carpa.</p>	
 <pre> graph TD A[Impermeabilización] --> B[/Bodega/] B --> C{Materiales} C -- SI --> D["- Carpa - Plásticos - Productos SIKA - Pernos de Anclaje"] C -- NO --> E(Adquisiciones) E --> C D --> F[FIN] C --> F </pre>	


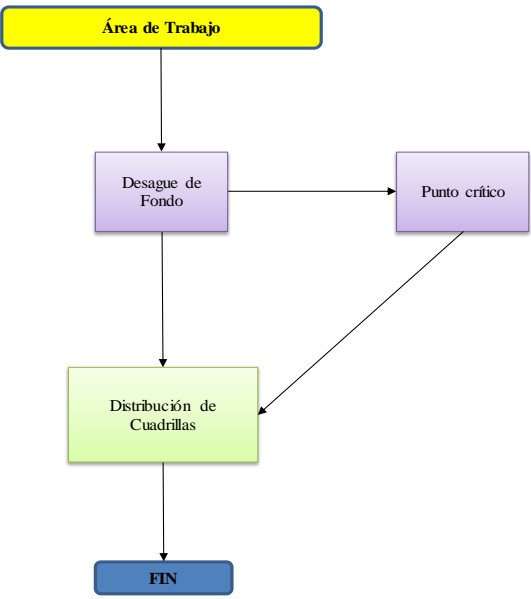
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 11. Procedimiento transporte de materiales

<u>Transporte de Materiales</u>	
<p>Establecido el grupo de trabajo se procede a realizar el transporte de materiales como son: piedra granita, chispa, ripio, arena, resina, meck, bloques, ladrillos, cemento, etc... Dichos materiales tienen que ingresar al desagüe de fondo, por lo que en esta actividad participan 25 personas.</p>	
 <pre> graph TD A[Transporte de Materiales] --> B[/Máquinaria/] B --> C["- Polimeros
- Piedra granita
- Arena
- Ripio"] C --> D[/Presas/] C --> E[Clima] C --> F[FIN] </pre>	

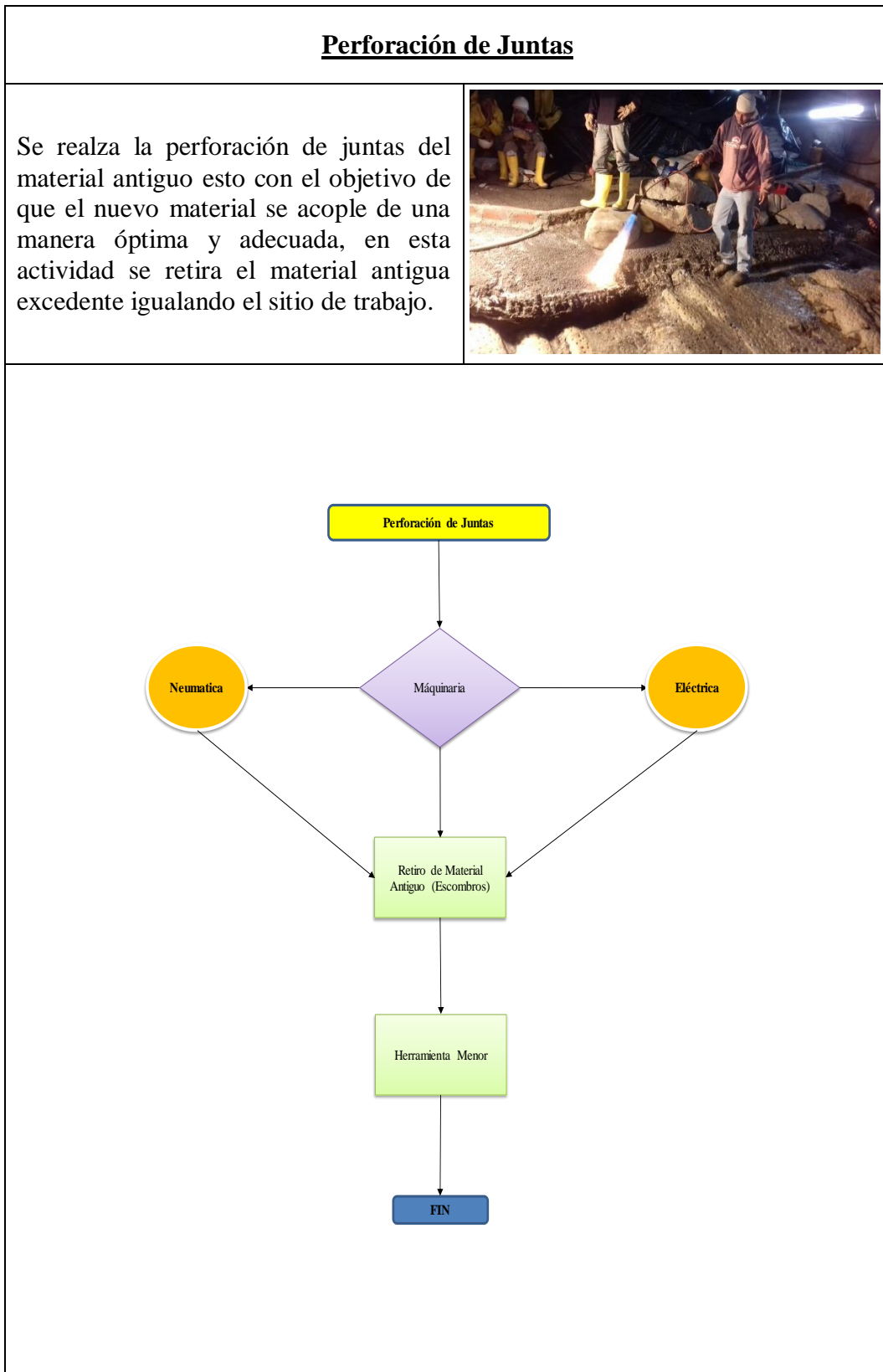
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 12. Procedimiento preparación del área de trabajo

<u>Área de Trabajo</u>	
<p>Se realiza una verificación en sitio, donde se evalúa los puntos críticos del desagüe de fondo; esto tiene como finalidad calcular el porcentaje de materiales, mano de obra y tiempo a utilizar en el mantenimiento. Se realiza una limpieza total del desagüe antes de ingresar con los materiales, en el caso de utilizar agua se procede a secar utilizando varios métodos como son con bombas, acarreo de agua, guaipes, etc.... de esta manera obtener un panorama del sitio de trabajo e iniciar los procedimientos de recuperación del desagüe de fondo.</p>	
 <pre>graph TD; A[Área de Trabajo] --> B[Desague de Fondo]; B --> C[Punto crítico]; B --> D[Distribución de Cuadrillas]; C --> D; D --> E[FIN];</pre>	

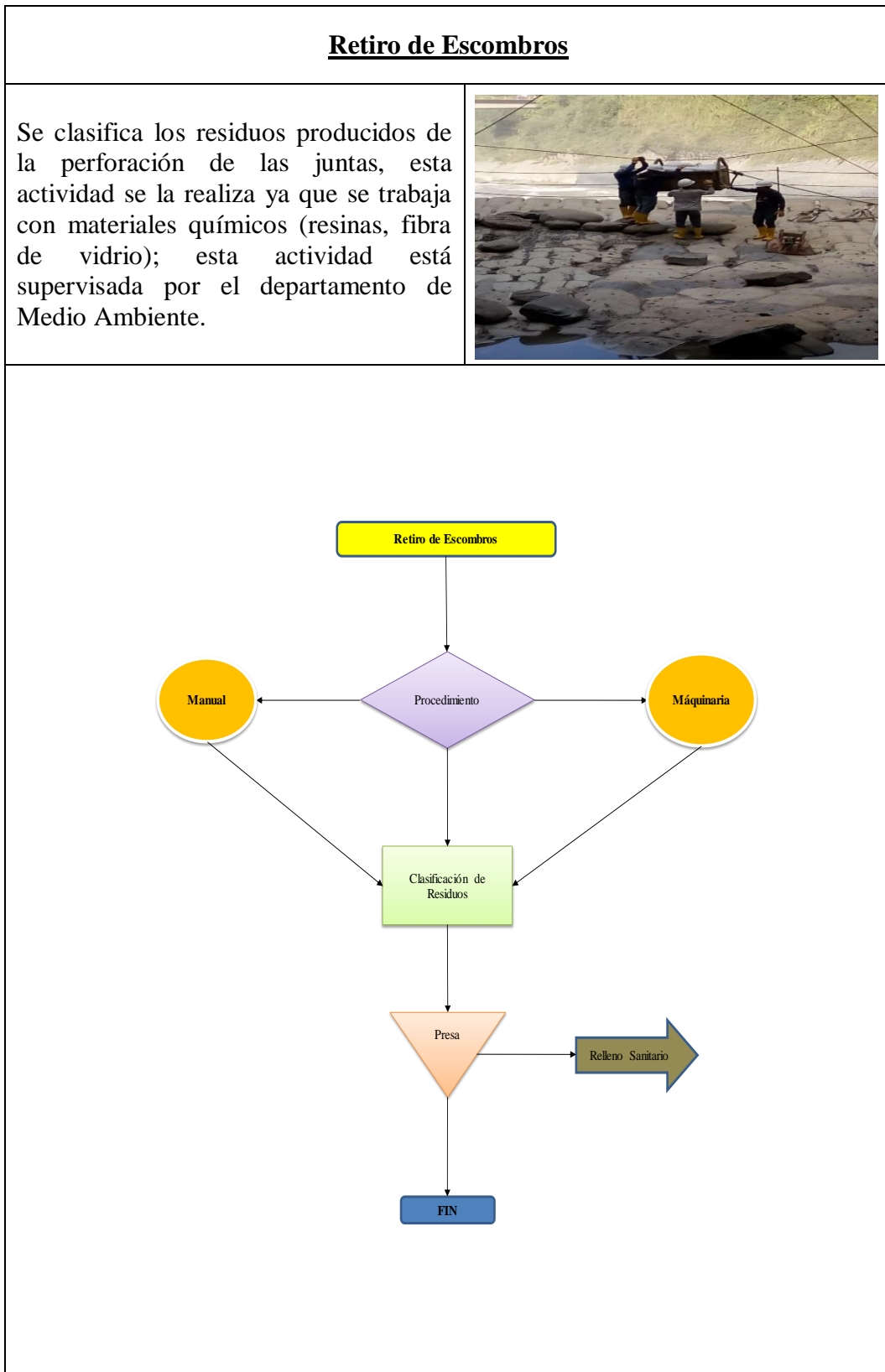
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 13. Procedimiento preparación del área de trabajo



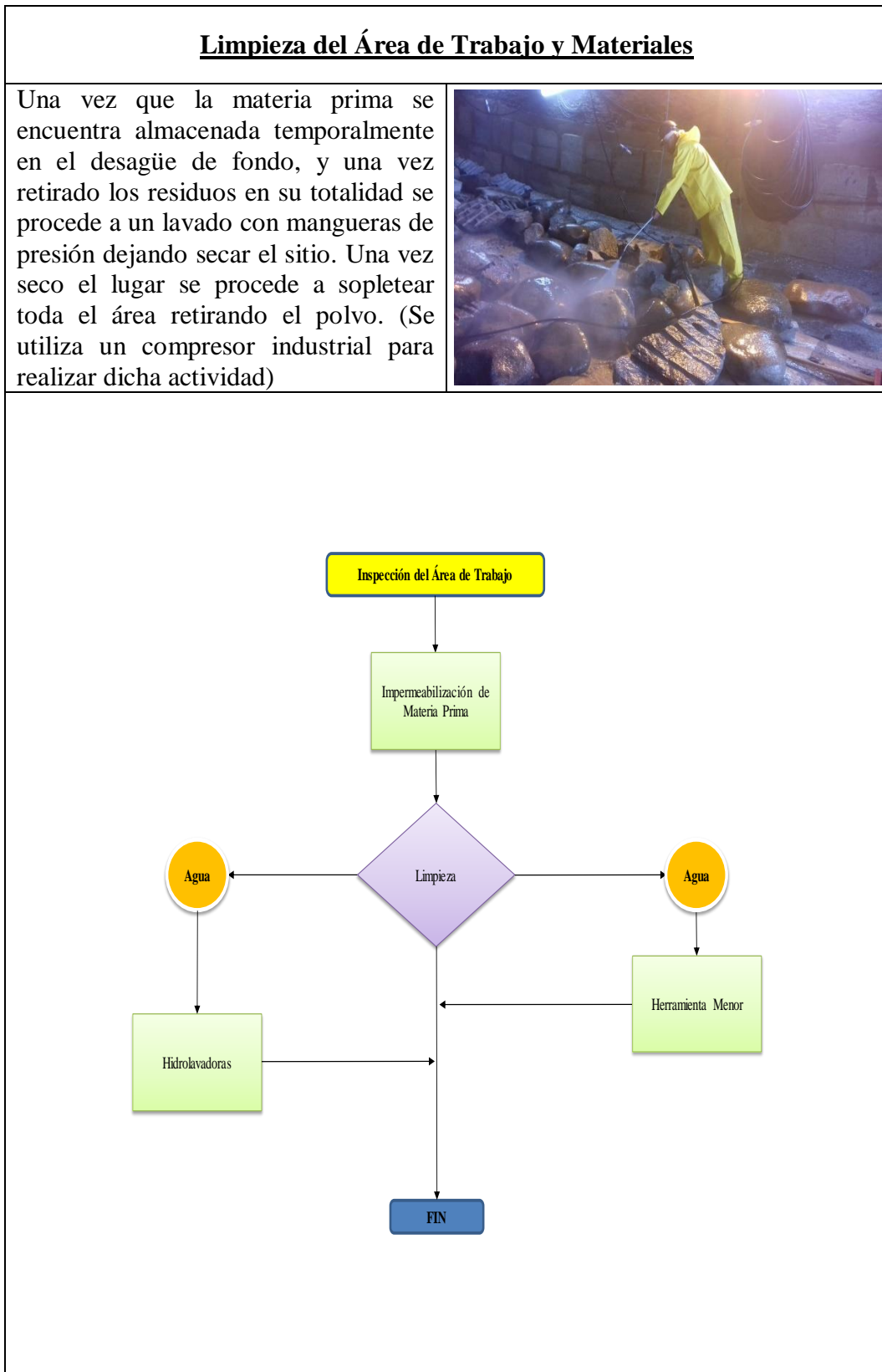
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 14. Procedimiento retiro de escombros




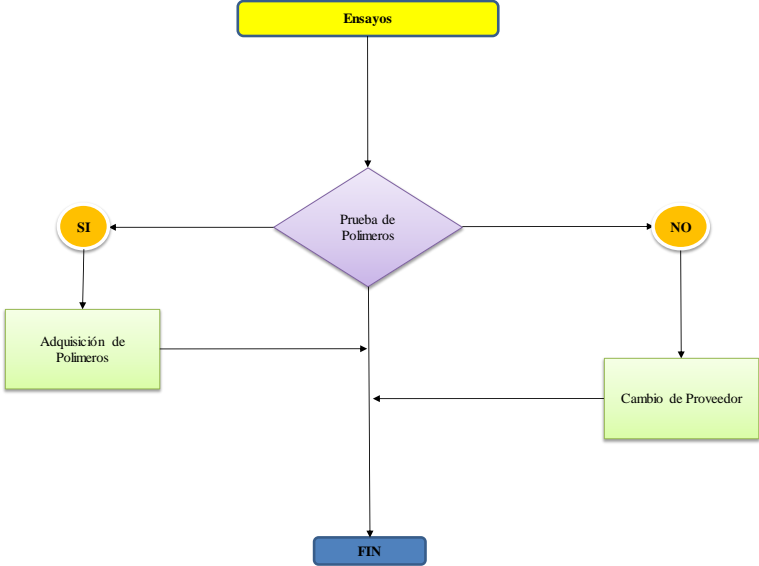
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 15. Procedimiento Limpieza del área de trabajo y materiales



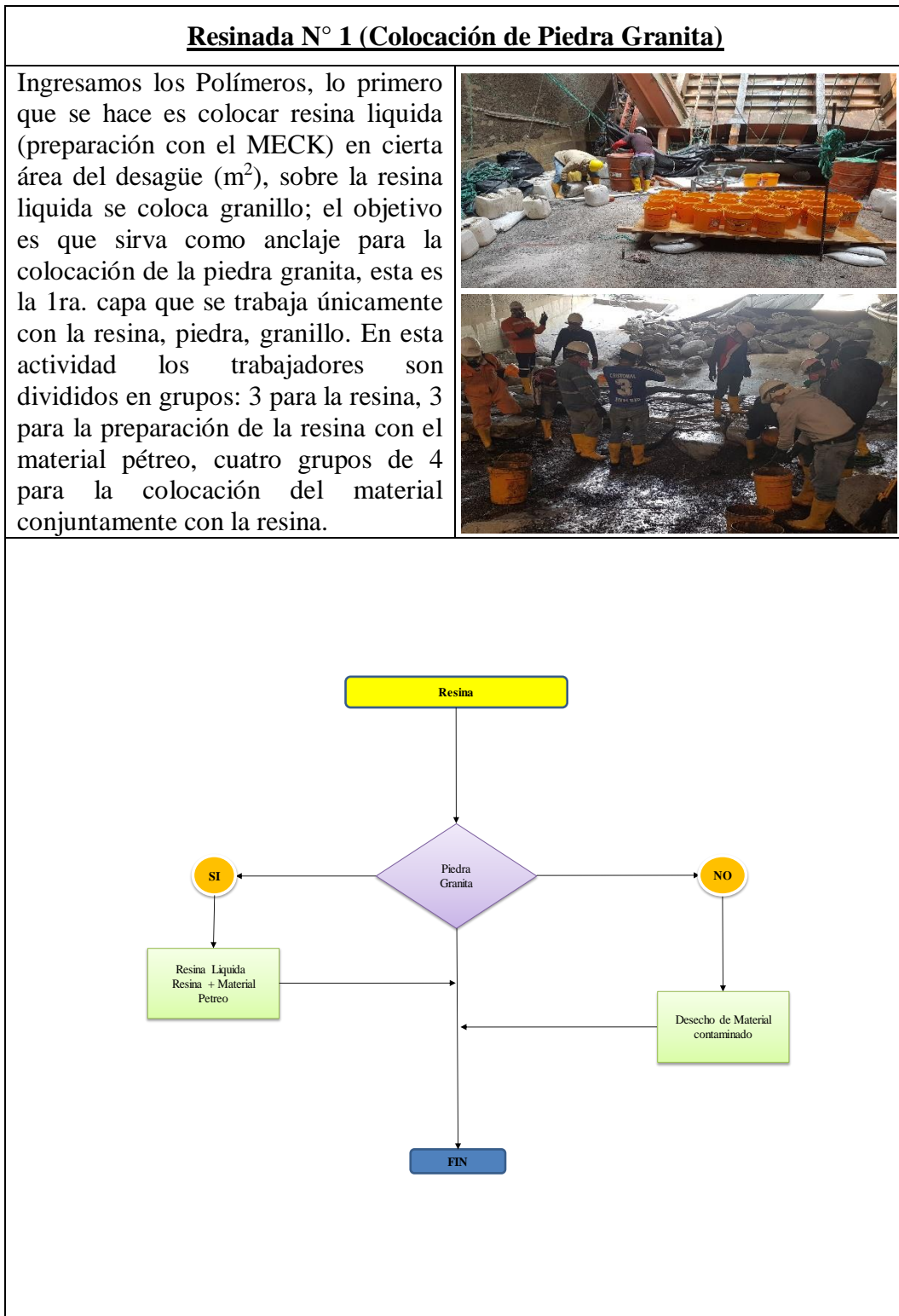
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 16. Procedimiento realización de ensayos

<u>Ensayos</u>	
<p>Se realiza varios ensayos con la resina y los diferentes materiales como son: chispa, arena, ripio; esto con el fin de calcular el tiempo en que fragua dicho elemento químico, de esta manera conocemos cuál es la dosis necesaria para la preparación de la resina epoxica (partes por 1000) En estos ensayos el tiempo máximo de fraguado de las muestras es de 30 a 60 min.</p>	
 <pre>graph TD; A[Ensayos] --> B{Prueba de Polimeros}; B -- SI --> C[Adquisición de Polimeros]; C --> B; B -- NO --> D[Cambio de Proveedor]; D --> B; B --> E[FIN];</pre>	

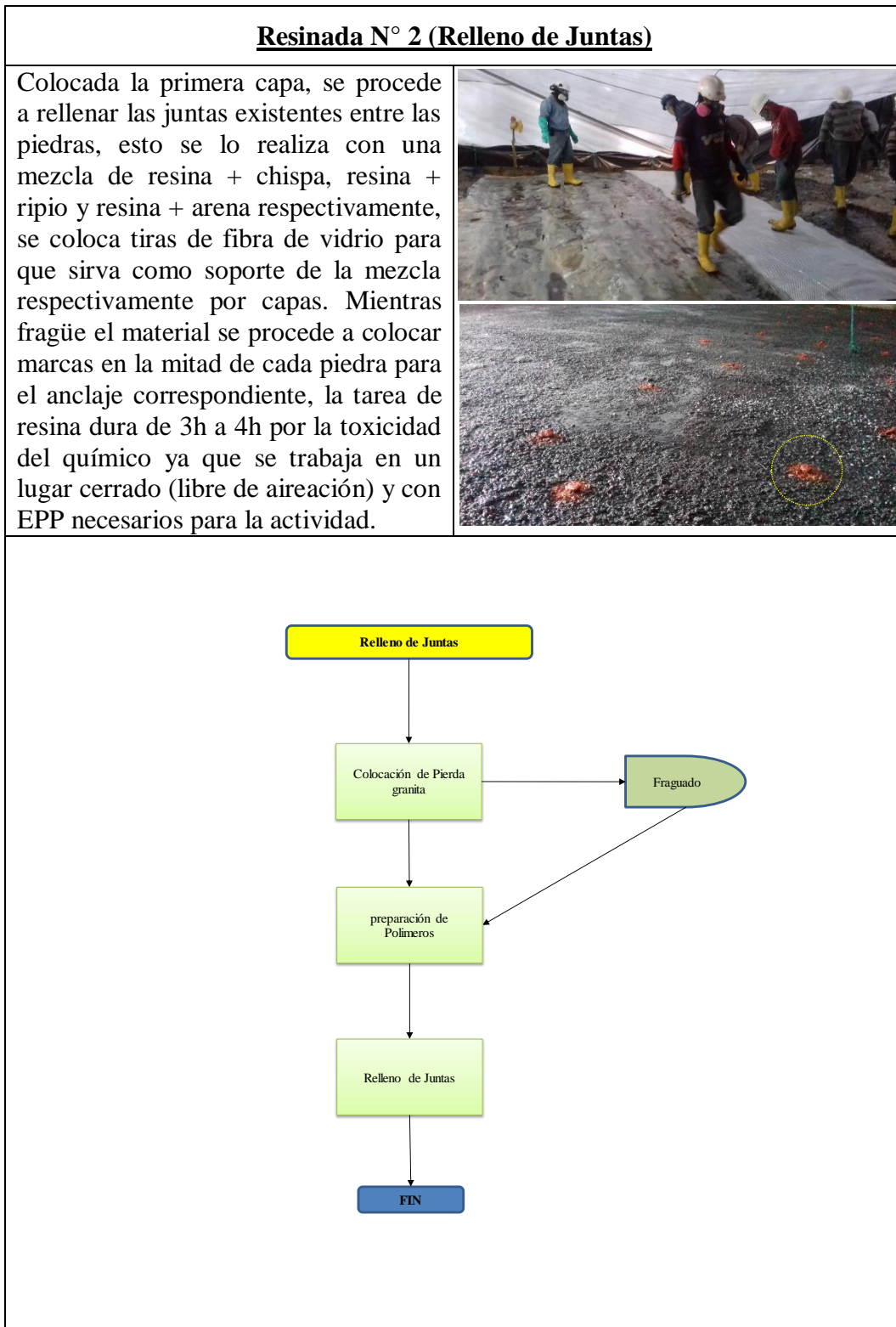
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 17. Procedimiento colocación de piedra granita




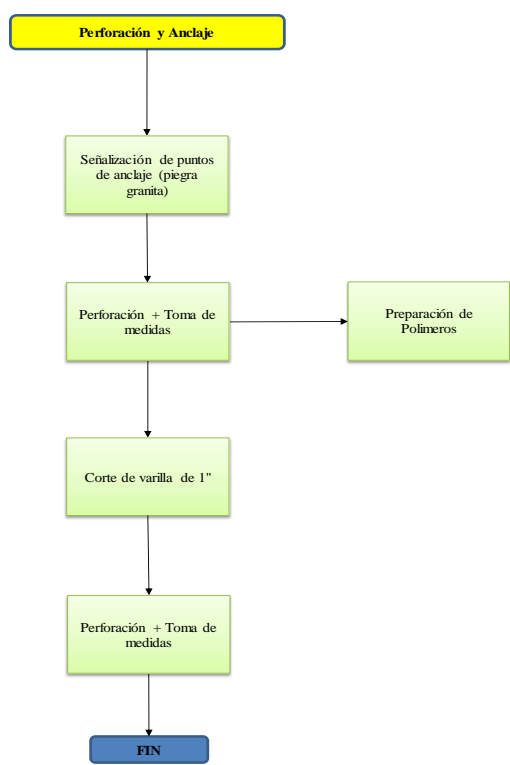
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 18. Procedimiento relleno de juntas




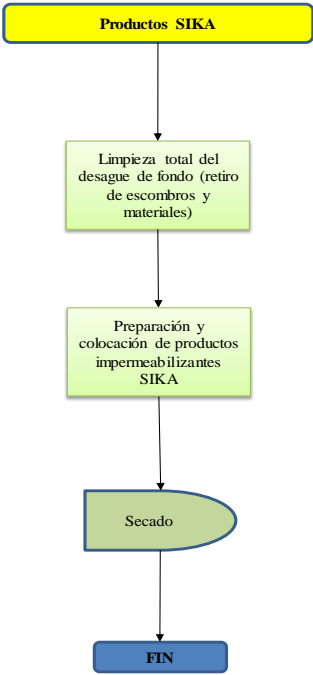
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 19. Perforación anclaje con varilla

<u>Resinada N° 3 (Perforación - Anclaje con varilla)</u>	
<p>Una vez realizado el relleno de las juntas, se procede a la perforación de las piedras para los anclajes correspondientes que varían en una profundidad desde 80 cm a 120 cm, las perforaciones se las realiza con la ayuda de un compresor industrial y con taladros neumáticos, esta actividad cuenta con el apoyo de grupos de 3 personas por taladro (en este caso se utilizaron 2 taladros), 2 personas para tomar las medidas (profundidades) , dos grupos de 3 personas para la preparación de la resina líquida y posterior anclaje con varillas de 1".</p>	 <p>The top photograph shows a group of workers in safety gear using pneumatic drills on a concrete floor. The bottom photograph shows workers measuring and preparing resin in buckets.</p>
 <pre>graph TD; A[Perforación y Anclaje] --> B[Señalización de puntos de anclaje (piedra granita)]; B --> C[Perforación + Toma de medidas]; C --> D[Preparación de Polímeros]; C --> E[Corte de varilla de 1"]; E --> F[Perforación + Toma de medidas]; F --> G[FIN];</pre> <p>The flowchart details the process: starting with 'Perforación y Anclaje', it moves to 'Señalización de puntos de anclaje (piedra granita)', then to 'Perforación + Toma de medidas'. From this step, the process branches into 'Preparación de Polímeros' and 'Corte de varilla de 1"'. Both paths then lead to a final 'Perforación + Toma de medidas' step, which concludes with 'FIN'.</p>	


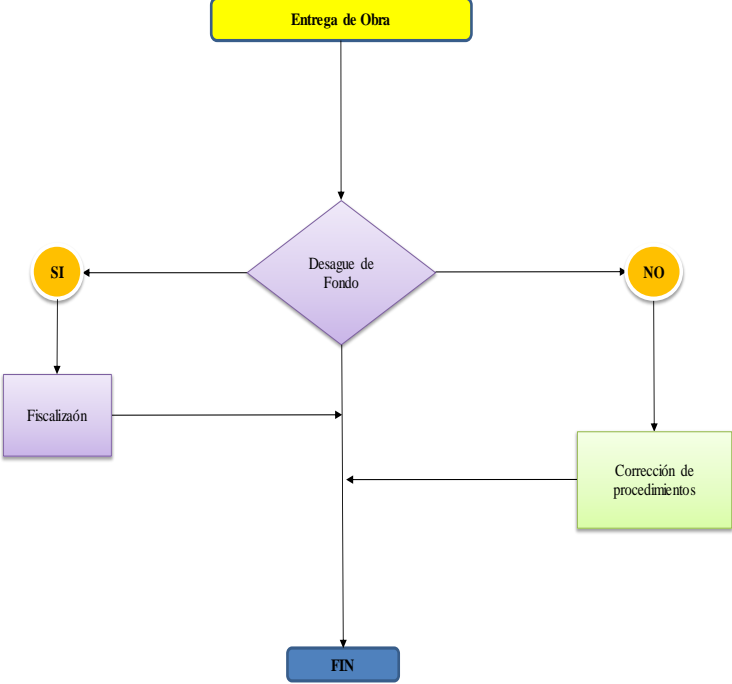
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 20. Procedimiento aplicación de productos SIKA

<u>Productos SIKA</u>	
<p>Culminado los anclajes en su totalidad, se procede a realizar una limpieza total del desagüe de fondo, posteriormente se realiza un lavado de los laterales del desagüe para aplicar productos impermeabilizantes SIKA. Es en este punto donde se da por terminado la recuperación de desagües de fondo, una vez culminada la actividad y que el químico se seque, se procede a realizar el retiro de carpas para realizar la entrega correspondiente de la obra. En esta actividad participan 10 personas.</p>	
 <pre>graph TD; A[Productos SIKA] --> B[Limpieza total del desagüe de fondo (retiro de escombros y materiales)]; B --> C[Preparación y colocación de productos impermeabilizantes SIKA]; C --> D[Secado]; D --> E[FIN];</pre>	

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 21. Procedimiento entrega de obra

<u>Entrega de Obra – Desagüe de Fondo</u>	
<p>Realizada la limpieza general y al haber secado los productos SIKA, se solicita al personal encargado realizar una inspección por el desagüe de fondo validando al 100% su funcionamiento. Una vez aprobados los trabajos realizados se procede a realizar una prueba (lavado de embalse).</p>	
 <pre> graph TD A[Entrega de Obra] --> B{Desagüe de Fondo} B -- SI --> C[Fiscalización] C --> D[FIN] B -- NO --> E[Corrección de procedimientos] E --> B </pre>	

Elaborado por: (Robayo, 2019)

RESULTADOS ESPERADOS

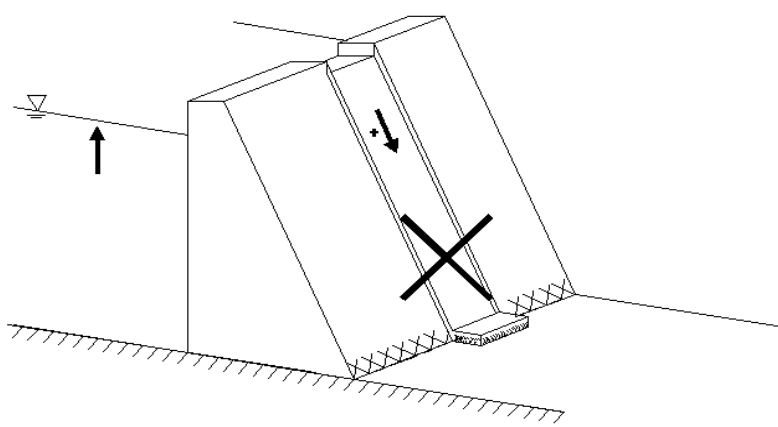
A continuación, se describe las actividades de análisis de modo de fallo de la obra civil, considerando los factores a favor y los factores en contra; los mismos que se los puede observar en las Tablas 1 y 2.

Tabla 22. Análisis de modo de fallo de la obra civil de la presa

a) Propuesta individual de Modo de Fallo	
<p>En escenario hidrológico, se produce un aumento de niveles de agua, lo que provoca un incremento de vertido del aliviadero que origina un sobrevertido en sus cajeros. Se crea una erosión remontante, que alcanza el pie de aguas abajo, lo que origina de una pérdida de material de sustentación y acortamiento de superficie de rozamiento, que finaliza con un fallo por deslizamiento de la presa o parte de ella.</p>	
Esquema gráfico de Modo de Fallo	
Factores a Favor	Factores en Contra
<ul style="list-style-type: none"> • Existen dudas sobre la altura de los cajeros, sobre todo al inicio del canal de descarga. • La modelación adecuada de la rápida resulta extremadamente complicada. • De existir una pequeña erosión al pie no detectada, podría derivar en algún descalce en el contacto presa-cimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mediante la simulación a partir de ANSYS CFX se comprobó que, para un vertido en lámina libre con el embalse situado en el NAE, no se producen sobrevertidos al inicio de los cajeros de la rápida. ▪ El lecho del río está conformado principalmente por porciones arenosas y cuarcíticas. Por tanto, la posibilidad de una erosión del pie de la presa es, difícil de que se produzca. ▪ El desencadenamiento de la rotura de la presa a partir del movimiento de un bloque del pie se considera, en la práctica, que es poco verosímil.

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 23. Análisis de modo de fallo de la obra civil de la presa

b) Propuesta individual de Modo de Fallo
<p>En escenario hidrológico, se produce un aumento de niveles de agua, lo que provoca un incremento de vertido del aliviadero que sobrepasa su capacidad de desagüe, originando un funcionamiento inadecuado de su trampolín, de modo que no lanza el agua a una distancia suficiente aguas abajo de la presa. Se crea una erosión remontante, que alcanza el pie de aguas abajo, seguido de una pérdida de material de sustentación, con el consecuente acortamiento de superficie de rozamiento, que finaliza con un fallo por deslizamiento.</p>
<p style="text-align: center;">Esquema gráfico de Modo de Fallo</p>  <p>El diagrama ilustra un aliviadero de una presa. A la izquierda, una línea horizontal con un triángulo invertido indica el nivel del agua, con una flecha vertical hacia arriba que sugiere un aumento. El agua fluye por un trampolín inclinado hacia abajo a la derecha. Una flecha con un signo menos (-) apunta hacia abajo dentro del flujo de agua, indicando un flujo débil. El agua cae desde el trampolín y se detiene muy cerca de la base de la presa, marcada con una 'X' grande. Una zona de erosión, representada por líneas de trazo cruzado, se extiende desde la base de la presa hacia aguas arriba. El terreno aguas abajo de la presa está representado por una línea con trazo diagonal.</p>

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 24. Análisis de modo de fallo de la obra civil de la presa

c) Propuesta individual de Modo de Fallo	
<p>En escenario hidrológico, se produce un aumento de vertido o alivio, que se mantiene lo suficiente como para empezar a erosionar el lecho del río. Se crea una erosión remontante, que alcanza el pie de aguas abajo, seguido de una pérdida de material de sustentación, con el consecuente acortamiento de superficie de rozamiento, que finaliza con un fallo por deslizamiento de la presa o parte de ella.</p>	
Esquema gráfico de Modo de Fallo	
Factores a	Factores en Contra
<ul style="list-style-type: none"> • De existir una pequeña erosión al pie no detectada, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El lecho del río está conformado principalmente por porciones arenosas y cuarcíticas. Por tanto, la posibilidad de una erosión del mismo, que remonte hasta el pie de la presa es difícil que se produzca. ▪ El desencadenamiento de la rotura de la presa a partir del movimiento de un bloque del pie se considera poco realista en la práctica. ▪ No existen evidencias destacables en las descargas anteriores de erosiones importantes.

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 25. Costos proceso actual vs proceso propuesto.

PROCESO ACTUAL VS PROCESO PROPUESTO			
DETALLE	ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO
COSTO DE MATERIALES E INSUMOS	112,800.00	106,800.00	6,000.00
COSTO MANO DE OBRA	102,000.00	74,250.00	27,750.00
COSTO DE MAQUINARIA	18,000.00	15,000.00	3,000.00
TOTAL	232,800.00	196,050.00	36,750.00
TIEMPO DE REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	90 días	60 días	30 días

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Robayo, 2019)

En referencia a la Tabla 25, se puede observar un ahorro de 36,750.00 dólares en el mantenimiento de la recuperación de desagües de fondo de la Central Hidroeléctrica Agoyán. Lo que demuestra que la propuesta es viable y justificable para su implementación.

Cabe recalcar que se plantean dos alternativas para sustentar el Plan de mejora que son:

Contratación por obra. - Se trata de un acuerdo por una suma fija acordada entre el constructor y el cliente. El contratista se compromete a completar el trabajo por un precio fijo y el dueño del proyecto se compromete a pagar al constructor este precio global. El precio refleja el coste de la construcción, la compra de materiales y la utilidad o ganancia del constructor. En este tipo de contrato las ventajas son que el propietario adquiere un riesgo mínimo, el costo se anticipa y el constructor puede obtener más beneficios si necesita menos mano de obra y materiales para completar el proyecto. En este caso la desventaja radica en que el constructor conlleva el riesgo si subestima el costo del proyecto y este se eleva. Además, los cambios e inconvenientes en el alcance de un proyecto pueden ser costosos y en muchos de los casos las quejas de los dueños o clientes radican en la baja calidad de los materiales para ahorrar costes.

Incremento de personal por obra. - En el proceso actual se podría optimizar tiempos de ejecución con el personal contratado para la recuperación de desagües, es decir que se podría duplicar el personal, por ende, se incrementaría en el presupuesto el costo del personal, pero se podría justificar en el ahorro significativo de tiempo de ejecución de la recuperación de desagües de fondo; en este caso el tiempo empleado estaría entres 60 a 90 días.

CARACTERIZACIÓN DE ACTIVIDADES Y ELABORACIÓN DE LOS INDICADORES Y FORMATOS

Bloques de granito en la recuperación de desagües de fondo

El objetivo de utilizar piedra granita en el proceso de mantenimiento civil para la recuperación de desagües de fondo es:

Geológicamente, el granito comprende las rocas ígneas de textura granular compuestas esencialmente de feldespato y cuarzo. Es considerado como una roca dimensionable, por lo tanto, puede ser cortado y pulido con dimensiones y formas específicas. Es superior al mármol en dureza, en resistencia al desgaste, a la corrosión y a la aplicación de esfuerzos de compresión.

Como características de la roca granito se puede mencionar que la composición química es: 74,5% de sílice, 14% de alúmina, 9.5% de óxidos de sodio y de potasio (Na₂O, K₂O) y 2% de otros óxidos (Fe, Mn, Mg, Ca).

Entonces, según su composición química, es una roca ácida y densa, densidad del granito: 2,7 g / cm³ o 2 700 kg / m³.

El color del granito es una mezcla entre gris, amarillo y una tonalidad de verde claro.

Es usado como material para construcción, en el recubrimiento de fachadas y arquitectura en general, así como en la elaboración de estructuras tales como puentes, muros de contención y escolleras en puertos. También es utilizado para construir cortinas de presas y como material base en la construcción de carreteras.

Se pretende además dentro del control del proceso de descarga de desagües de fondo, implementar matrices como la de caracterización del proceso (Tabla 26),

para tener el detalle de todos los elementos que intervienen en el proceso; para de esta manera tomar las decisiones correctas en el momento oportuno.

Tabla 26. Caracterización del proceso de mantenimiento civil de desagües de fondo.

Objetivo del Proceso		Responsable del Proceso	Alcance	Directriz Política		Seguimiento	Medición
Proceso/Proveedor	Entrada/Proceso	Actividades (PHVA)	Responsable	Salida del Proceso	Proceso Cliente	Variable de control	Registro
Planificación del Proyecto	Recursos materiales, humanos, tecnológicos	Planear		Desagües de fondo recuperados al 100%	Presa Agoyán	Vida útil del proceso de mantenimiento de obra civil	Proyecto de mantenimiento
		Planificar el mantenimiento de la obra civil	Jefe de mantenimiento				
		Hacer					
		Realizar el mantenimiento de la obra civil en desagües de fondo	Cuadrilla de trabajadores				
		Verificar					
		Verifica la impermeabilidad y la resistencia	Técnicos de obra civil y mecánicos				
		Actuar					
Tomar acciones para mejorar el proceso	Supervisor del proyecto						
Documento de referencia:		Recursos		Requisitos			
		Área de intervención	Desagües de fondo	Hidroagoyán	Normas técnicas de construcción	Legales	Organización
Procedimiento de trabajo:		Maquinaria, equipos, recursos técnicos y humanos	Mantenimiento de obra civil para desagües de fondo	Proyecto	Resistencia de materiales	Reglamento CELEC	Ejecución
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:			
Cargo:		Cargo:		Cargo:			


Elaborado por: (Robayo, 2019)

De igual forma algo primordial para un buen seguimiento y control de todo proceso es la matriz de indicadores (Tabla 27), la misma que desglosa todos los componentes de un indicador; para de esta manera saber a ciencia cierta el avance del proceso, el cumplimiento de lo planificado y la calidad de la obra ejecutada.

Los indicadores establecidos tanto de gestión administrativa, como los de gestión y control de obra; los mismos que miden la cantidad de kilos de resina q se utiliza

en la impermeabilización de los desagües, el volumen de socavación en los desagües de fondo aguas abajo, el porcentaje de desempeño del personal de obra con respecto a sus funciones y responsabilidades, el grado de cumplimiento de las metas establecidas, el porcentaje de valor agregado del proceso y el nivel de eficacia de las acciones desarrolladas para mejorar el proceso: Todos estos indicadores se han establecido en base a la experiencia del personal directivo y ejecutorio y a los resultados que se pretenden alcanzar en el seguimiento y control del proceso de mantenimiento de obra civil de desagües de fondo aguas abajo en la presa perteneciente a Hidroagoyán.

Tabla 27. Matriz de Indicadores

		MATRIZ DE INDICADORES						Versión: 01	
								Fecha: 23/05/2019	
		MI-01						Página: 1/1	
POLITICA DE CALIDAD	OBJETIVO DE CALIDAD	PROCESO	ESTRATEGIAS	INDICADORES	DESCRIPCIÓN INDICADOR	ECUACIÓN DE CÁLCULO	META	FRECUENCIA DE REVISIÓN	RESPONSABLE
CELEC EP HIDROAGOYÁN, se compromete a garantizar la calidad del mantenimiento de obra civil para desagües de fondo de la presa, manteniendo mecanismos que nos permitan conocer con precisión las necesidades y expectativas de nuestros clientes internos y externos, contando para ello con personal competente y la mejora continua, para a su vez alcanzar la satisfacción de los clientes, incrementar la vida útil de las reparaciones, respetando el medio ambiente y el entorno natural de la zona.	Incrementar la vida útil del mantenimiento de obra civil para desagües de fondo	IMPERMEABILIZACIÓN	Impermeabilizar con resina acorde al porcentaje de humedad detectado	Galones de resina utilizada en la impermeabilización	Mide la cantidad de galones de resina q se utiliza en la impermeabilización de los desagües	$\frac{\text{Cantidad de resina utilizada}}{\text{Cantidad de resina solicitada}} \times 100$	95%	Durante la ejecución de la obra	Jefe de mantenimiento
		SOCAVACIÓN	Cubrir el área de excavación profunda causada por el agua	Volumen de socavación	Mide el volumen de socavación en los desagües de fondo aguas abajo	$\frac{\text{Volumen de socavación intervenida}}{\text{Volumen de socavación detectada}} \times 100$	95%	Durante la ejecución de la obra	Jefe de mantenimiento
	Mejorar la competencia del personal de obra	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	Realizar programas de capacitaciones y evaluaciones al personal de obra	Nivel de desempeño del personal	Mide el porcentaje de desempeño del personal de obra con respecto a sus funciones y responsabilidades	$\frac{\text{Trabajadores} \geq 7}{\text{Proyecto ejecutado}} \times 100$ Inaceptable < 7 ; Aceptable ≥ 7	90%	Por proyecto	Director de obra
		GESTIÓN ADMINISTRATIVA	Entrenamiento y capacitación de las actividades	Nivel de eficacia del sistema	Mide el grado de cumplimiento de las metas	$\frac{\text{Indicador cumple meta}}{\text{Indicadores evaluados}} \times 100$	95%	Por proyecto	Director de obra
	Mejorar continuamente los procesos	GESTIÓN DE CALIDAD	Identificar actividades que agreguen valor al proceso	Valor agregado del proceso	Mide el porcentaje de valor agregado del proceso	$\frac{\text{Acción eficaz}}{\text{Acciones realizadas}} \times 100$	95%	Por proyecto	Lider del Proceso
		GESTIÓN DE CALIDAD	Implementar acciones de mejora PHVA	Indice de eficacia de las acciones desarrolladas	Mide el nivel de eficacia de las acciones desarrolladas para mejorar el proceso	$\frac{\text{Actividades que generan valor}}{\text{Número total de actividades del proceso}} \times 100$	95%	Por proyecto	Lider del Proceso

Elaborado por: (Robayo, 2019)

Tabla 29. Cronograma de actividades abril a septiembre 2019

TIEMPO ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de la propuesta a Gerencia de operaciones	X	X	X																					
Entrega de documentación de la propuesta				X	X	X																		
Socialización de la propuesta al personal operativo de CELEC-HIDROAGOYÁN							X	X	X	X	X													
Entrega de formatos de registros y control del proceso de recuperación de desagües de fondo												X	X	X	X	X								
Capacitación al personal en el proceso de recuperación de desagües de fondo																X	X							
Retroalimentación																		X	X					
Ejecución de la propuesta																				X	X			

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: (Robayo, 2019)

Costo y Administración

Tabla 30. Costo de la Propuesta

COSTO E IMPLEMENTACIÓN			
Descripción	P. Unitario (\$)	Cantidad	P. Total (\$)
Propuesta <ul style="list-style-type: none">Optimización del proceso de recuperación de desagües de fondo	196,050.00	1	196,050.00
Capacitación (Logística) <ul style="list-style-type: none">Socialización de la propuesta	3.000	2	6.000,00
Manuales (Material físico) <ul style="list-style-type: none">DiseñoTranscripciónImpresiónEncuadernación	40	30	1.200,00
		SUBTOTAL	203,250.00
		Imprevistos 10%	20,325.00
		COSTO TOTAL	223,575.00

Fuente: Investigación Directa

Elaborado por: (Robayo, 2019)

La administración de la presente propuesta estará a cargo del Gerente de Operaciones y del personal que interviene en el proceso de recuperación de desagües de fondo. Es menester el cumplimiento de cada una de las actividades del proceso.

Debe existir además el compromiso de trabajo en equipo para que se pueda ejecutar la propuesta.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al analizar la situación actual del proceso de descarga de desagües de aguas abajo del umbral de la compuerta radial de la represa Agoyán se pudo establecer que por razones propias de la erosión y de los sólidos que son arrastrados por los ríos que alimentan la represa se da el desgaste de los mismos, además el personal encargado el proceso de recuperación de desagües de fondo conoce de las actividades que deben realizar; sin embargo, no existe documentos de respaldo tanto del proceso como del control del mismo.
- Al desarrollar los procedimientos de Gestión del Proyecto de Obra Civil y del proceso de recuperación de desagües de fondo se pudo conocer las actividades, los materiales, equipos, maquinaria y personal que interviene en cada una ellas y de esta manera ordenar y documentar las actividades para una mejor visualización y seguimiento.
- En cuanto a los procedimientos, se pudieron establecer los mismos mediante los flujogramas y hojas de control de obra para la mejora del proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo de la represa Agoyán.
- Al realizar el comparativo entre la situación actual y la mejorada en el proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo de la represa perteneciente a la Central Hidroeléctrica Agoyán, se determinó que habría un

ahorro de 36,750.00 dólares por mantenimiento ejecutado, en el cual se plantean dos alternativas para optimizar el proceso de recuperación de desagües de fondo que debería ser analizadas, siendo estas el contrato por obra o el incremento de personal con lo cual se reduciría tiempo y al final se convertiría en un ahorro de recursos para la empresa.

Recomendaciones

- Se recomienda documentar las actividades del proceso de mantenimiento civil en la recuperación de desagües de fondo de la represa perteneciente a la Central Hidroeléctrica Agoyán, para tener los datos históricos y poder realizar el análisis de inversión, resistencia y permanencia de la actuación en la recuperación de juntas y desagües.
- Gestionar por procesos el mantenimiento civil de recuperación de desagües de fondo, aprovechando la caracterización y los diagramas con los elementos que forman parte de dicho proceso y responsabilizando a los líderes del proceso en el control y monitoreo de las actividades del mismo.
- Se sugiere aplicar formatos de registros de control del proceso de mantenimiento de obra civil de desagües de fondo (Anexo 6), teniendo presente la capacitación que se debe prestar al personal en diferentes temas concernientes a la obra civil como son metodología, técnicas, seguridad e higiene laboral y protección al medio ambiente.
- En el caso de existir una desviación entre los resultados esperados y los obtenidos, se debería realizar las actuaciones inmediatas sobre el proceso para alcanzar los objetivos previstos en el Plan de mejora, tomando en cuenta las alternativas plateadas para dicha mejora; es decir poner sobre la mesa cada alternativa y revisar minuciosamente las ventajas y desventajas y decidirse por la mejor opción para la empresa, Teniendo presente la calidad de la obra ejecutada y el tiempo de duración de dicha intervención civil.

Bibliografía.

Aguayo, Rafael. El método Deming: Los Fundamentos Sobre Calidad y Dirección de Empresas que el Famoso Experto Enseñó a los Japoneses. Ediciones Javier Vergara S.A. 1990.

Anonymous. TQM: A snapshot of the experts. Measuring Business Excellence. Bradford: 2002. Vol. 6, Iss.3; pg. 54, 4 pgs.

Berdugo, Carmen. Diseño de una Metodología de Mejora de Procesos Basada en los Modelos de Excelencia y el Enfoque de Gestión por Procesos, Aplicando el Despliegue de la Función de Calidad (QFD). Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial). Departamento de Ingeniería Industrial.

Berry, Thomas H. Calidad Total: Management Siglo XXI. Nuevos Temas Empresariales. Bogotá. Mc. Graw-Hill. 1996.

Cuatrecasas, Luís. Gestión Integral de la Calidad. Barcelona. Ediciones Gestión 2000 S.A., 1999.

Fea guglielmetti, Ugo. Hacia un Nuevo Concepto de Empresa Occidental: La dinámica en calidad Total. México. Alfaomega, Marcombo; Boixareu 1995.

Fontalvo, Herrera Tomas José. Herramientas Efectivas para el Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad. ISO 9000:2000. Bogotá. Primera edición. Ediciones Asesores del 2000. 2004.

Fontalvo, Herrera Tomas José. La Gestión Avanzada de la Calidad. Bogotá. Primera edición. Ediciones Asesores del 2000. 2006.

Giorgio, Merli; LARIOS, Francisco. La calidad Total Como Herramienta de Negocio. Madrid. Díaz de Santos S.A. 1995.

Gutierrez, Mario. Administrar para la Calidad: Conceptos administrativos de gestión total de calidad. Segunda edición. México. Limusa, Grupo Noriega 2001.

Harrington, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Primera edición. Mc Graw Hill. 1998.

ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Guía sobre principios de la administración. Parte 1. Modelo de prevención, evolución y fallas. Bogotá. Ediciones ICONTEC. 2004.

ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ISO9001:2000. Administración Total de la Calidad. Parte 1. Guías sobre principios de administración. Bogotá. Ediciones ICONTEC. 2000.

Ivancevich, Jhon. Gestión de Calidad y Competitividad. Madrid. Mc. Graw- Hill.

Jeanneet, Jean Pierre. Dirección de Empresas con Mentalidad Global. Madrid, Prentice Hall, 2000.

Juran, José – BLANTON, Godfrey A. Manual de Calidad. Mc. Graw Hill, Quinta edición, Volumen I-II-III

Lawrence, Anne T. – WEBER, James y POST, James E. Business and society: Stakeholders, Ethics, Policy Public. 11th Edición. Mc Graw Hill. New York. 2005.

Mariño, Hernando Calidad: Lecciones Aprendidas, primera edición. Santa Fe de Bogotá. Alfaomega 2002.

Pérez Fernández de Velasco, José Antonio. Gestión por Procesos. Madrid. Editorial Esic. 2004.

Ruiz, José – López, Canela. La Gestión por Calidad Total en la Empresa Moderna. Madrid. Alfaomega Grupo editores S.A., 2004.

REFERENCIAS EN LA WEB

<http://www.efqm.org>

<http://www.tqm.es/tqm/moder/modeloeuropeo.htm>

[http:// www.umh.es/calidad/es/efqm.htm](http://www.umh.es/calidad/es/efqm.htm)

[http:// www.ictnet.es/sersus/privado/calidad/foro](http://www.ictnet.es/sersus/privado/calidad/foro)

<http://www.tqm.es>

<http://www.quality.nist.gov/law.htm>

<http://asq.org>

http://deming.ces.clemson.edu/pub/den/deming_prize1.htm

<http://www.cigal.igatel.net>

<http://orbita.starmedia.com/~unamosapuntes/principal/deming.htm>

<http://www.eoq.org>

<http://www.google.com>

<http://www.sena.edu.co>

ANEXOS

Anexo 1. Localización – Hidroeléctrica Agoyán



Imagen 1. Localización
Fuente: (Maps)

Anexo 2. Vertedero



Imagen 2. Vertedero
Fuente: Hidroagoyán (Robayo, 2019)

Anexo 3. Desagües de Fondo



Imagen 3. Desagües de Fondo
Fuente: Hidroagoyán (Robayo, 2019)


Anexo 4. Orden de trabajo 1

CENTRAL HIDROELECTRICA "AGOYAN"		ORDEN DE TRABAJO No. 9525			
Tipo Mantenimiento: MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Semana: 50 RED No.	RESTRICCIONES			
Instalación: PRESA AGOYAN	Area: MANTENIMIENTO CIVIL	CENTRAL: <input type="checkbox"/> Fuera Servicio <input type="checkbox"/> Operación			
Sistema: DESAGUE DE FONDO 1	Fecha: Diciembre 11 de 2007	EQUIPO: <input type="checkbox"/> Fuera Servicio <input type="checkbox"/> Operación			
Equipo: OBRA CIVIL	Periodicidad:	PRIORIDAD			
Código: PSA/IOC	DESCRIPCION DEL TRABAJO:	<input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Emergente			
1.- Reparación del desague de fondo No. 1		Consigna y Recibe el Equipo:			
		<input type="checkbox"/> J.O. <input checked="" type="checkbox"/> S.O. <input type="checkbox"/> O.E.C. <input type="checkbox"/> O.C.M. <input type="checkbox"/> O.P.R. <input type="checkbox"/> No Neces.			
		MEDIDAS DE SEGURIDAD			
		RESPONSABLES:			
		Supervisor:			
		Ejecutor:	P. PARRA Y CONTRERAS		
		Procedimiento No.			
		Información Referencial:			
AUTORIZACIONES:		CONSIGNACION:			
Jefe Operación: <i>[Signature]</i>	Jefe de Area: <i>[Signature]</i>	Operación: <i>[Signature]</i>	Mantenimiento: <i>[Signature]</i>		
REPORTE DE TRABAJO:	Fecha/Hora Inicio: 13/01/08	Fecha/Hora de Finalización:	15/04/08		
<p>... Para reparación se realiza con personal de planta y contratista - En primer lugar se realiza pruebas de calibración para confirmar los materiales a utilizar, ya en el sitio se realiza la limpieza total para comenzar por el trabajo de excavación mayor y luego realizar todo de material de las lavas y sustitución con arena polvorienta con los respectivos niveles ya sus lavas y los planos. En la excavación mayor se hacen de recibido con piedras de hasta 2 ton de peso, con un total de 320 piedras. En el caso del otro nivel se funda con hormigón de resistencia con su respectivo grado de 2.50 Hts de profundidad y ancho de 25 m.</p>					
1.- Recursos Humanos	Horas	2.- Materiales - Repuestos	Cant. Unid.	3.- Equipos y Herramientas	Cant. Unid.
Personal Planta					
Personal Contratista	14767				
ENTREGA - RECEPCION:					
Mantenimiento: <i>[Signature]</i>	Operación:	Fecha - Hora	Revisado por:	Jefe Area: <i>[Signature]</i>	


Anexo 5. Orden de trabajo 2

CENTRAL HIDROELECTRICA "AGOYAN"		ORDEN DE TRABAJO No. 9525			
Tipo Mantenimiento: MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Semana: 50	RED No.			
Instalación: PRESA AGOYAN	Area: MANTENIMIENTO CIVIL	Fecha: Diciembre 11 de 2007			
Sistema: DESAGUE DE FONDO 1	Periodicidad:				
Equipo: OBRA CIVIL					
Código: PSA/FIOC	DESCRIPCION DEL TRABAJO:				
1.- Reparación del desagne de fondo No. 1					
AUTORIZACIONES:		CONSIGNACION:			
Jefe Operación: <i>[Firma]</i>	Jefe de Área: <i>[Firma]</i>	Operación: <i>[Firma]</i>	Mantenimiento: <i>[Firma]</i>		
REPORTE DE TRABAJO:	Fecha/Hora Inicio: 13/01/08	Fecha/Hora de Finalización: 25/04/08			
<p>... Para Reparación se realiza con personal de planta y contratados - En primer lugar se realiza pruebas de calibración para confirmar los niveles de operación, ya que se desague se realiza en similitud total para confirmar parámetros de ubicación mayor y luego realizar todo de material de las áreas y sustituir con resina políester con los respectivos anclajes ya sus las 10 los planos. En la ejecución mayor se hacen de acuerdo con planos de hasta 2 ton de peso, con un total de 320 piezas. en cada un caso nivel se funda con hormigón de resistencia con su respectivo grado de 2.50 MPa de profundidad y altura de 25 cm.</p>					
1.- Recursos Humanos	Horas	2.- Materiales - Repuestos	Cant. Unid.	3.- Equipos y Herramientas	Cant. Unid.
Personal Planta					
Personal Contratado	14767				
ENTREGA - RECEPCION:		Revisado por:			
Mantenimiento: <i>[Firma]</i>	Operación: _____	Fecha - Hora	Jefe Área: <i>[Firma]</i>		


Anexo 6. Control de Obra

 CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador HIDROAGOYÁN	ORDEN DE TRABAJO	CÓDIGO:																												
PRODUCTO:	FECHA:																													
TIPO:																														
DESCRIPCIÓN																														
N° PEDIDO:																														
FECHA DE INICIO Y HORA:	FECHA DE TERMINACIÓN Y HORA:																													
PROCESO:																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ACTIVIDADES</th> <th style="width: 15%;">TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)</th> <th style="width: 35%;">OBSERVACIONES</th> <th style="width: 20%;">TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td>TOTAL:</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)	OBSERVACIONES	TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS																					TOTAL:				
ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)	OBSERVACIONES	TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS																											
TOTAL:																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">DEFECTOS PRESENTADOS</th> <th style="width: 70%;">OSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	DEFECTOS PRESENTADOS	OSERVACIONES																											
DEFECTOS PRESENTADOS	OSERVACIONES																													
INDICE DE EFICIENCIA = $100 * \frac{\text{efectuadas Ok}}{\text{programadas}}$																														
RESPONSABLE:																														
SUPERVISOR DE OBRA SO	SUPERVISOR DE CALIDAD SC																													


Anexo 7. Seguimiento de Obra

		INFORME SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRA CIVIL				CÓDIGO			
		VERSIÓN 01		31/05/19		PÁGINA 1 DE 1			
CONTRATO DE OBRA N° 00000	CONTRATO DE SUPERVISIÓN N° 0000000		CONTRATO DE INTERVENCIÓN N° 00000		PERIODO DEL INFORME	Desde: Hasta:	INFORME N° 1 de 00		
OBJETO DE LA OBRA:			NOMBRE Y LUGAR DE LA OBRA:						
INFORMACIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN OBRA				INFORMACIÓN BÁSICA VALOR INVERSIÓN Y CONTROL DE PRESUPUESTO					
Fecha de inicio de obra:		Días totales:		Valor contrato de obra:	\$ 0	Valor anticipo de obra:	\$ 0		
Fecha de fin de obra:		Días transcurridos		Saldo por amortizar:	\$ 0	Saldo por facturar:	\$ 0		
Prorróga N° 0000		Porcentaje	#DIV/0!	Adición presupuestal:	\$ 0	Costo total inversión de obra:	\$ 0		
OBRAS CIVILES PROGRAMADAS				AVANCE DE OBRA					
ACTIVIDAD	INICIO	DURACIÓN (días)	FIN	U.M	INICIO REAL	PROGRAMADO %	EJECUCIÓN REAL	FINALIZACIÓN REAL	COMENTARIOS
REVISIÓN DE CALIDAD DE LOS MATERIALES				PRUEBAS REALIZADAS A LOS MATERIALES				OBSERVACIONES	
PERSONAL EMPLEADO EN OBRA				CONTRATISTAS				OBSERVACIONES	
Observaciones o recomendaciones:									
VERIFICACIÓN INFORME									
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:					
CARGO:		CARGO:		CARGO:					
DEPENDENCIA:		DEPENDENCIA:		DEPENDENCIA:					
FECHA ENTREGA:		FECHA ENTREGA:		FECHA ENTREGA:					
REALIZÓ			VERIFICÓ				APROBÓ		
Constancia de recibido									
Fecha recibido: (dd/mm/aaaa) / / . Nombre _____ Firma _____									

Anexo 8. Control de Documentos del Proyecto

CONTROL DE DOCUMENTOS DEL PROYECTO									
Proyecto	_____				No Proyecto:	_____			
Contratista principal	_____				No. Contrato:	_____			
Profesional	_____								
Director del proyecto	_____								
 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> HIDROAGOYÁN									
Documentación requerida	Referencia	Solicitado por	Cantidad solicitada	Fecha de solicitud	Fecha requerida	Asignado a	Recibido	Fecha de recibido	Ubicación
Antes de la reunión de construcción:									
Diseños									
Especificaciones									
Documentos del contrato									
Cronograma general del proyecto									
Antes de empezar el trabajo:									
Presentaciones									
Requisitos para subcontratar									
Permisos de reparación									
Solicitud de aprobación de materiales									
Lista de equipos									
Frecuencia semanal									
Calendario semanal del proyecto									
Informes de inspección diaria/semanal									
Informe semanal de pago de nómina									
Minutas de la reunión semanal de seguimiento									
Frecuencia mensual:									
Documentación de pagos realizados									
Calendario mensual del proyecto									
Antes de finalizar el proyecto:									
Lista de verificación									
Antes de la aprobación final									
Informe de la última inspección									
Planos									
Fotos del progreso									
Frecuencia regular									
Documentos de compra									
Informes de accidentes									
Solicitud de información									
Formatos de cambio de orden									
Comunicación – teléfono, e-mail, memorandos, cartas									
Cartas de envío									

Anexo 9. Ficha de Inspección

 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> HIDROAGOYÁN		FICHA DE INSPECCION		
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CIVIL		
				Ficha No.
Instalación		Sistema		
Responsable		Hora y Fecha de Inicio		
Ejecutor		Hora y Fecha de Finalizado		
TIPO DE MANTENIMIENTO				
Predictivo	<input type="checkbox"/>	Correctivo	<input type="checkbox"/>	Otros:
Preventivo	<input type="checkbox"/>	Emergente	<input type="checkbox"/>	
PERSONAL TECNICO				
Sub Gerente	<input type="checkbox"/>	Jefe de Mant. Civil	<input type="checkbox"/>	Electrónicos <input type="checkbox"/>
Operador	<input type="checkbox"/>	Maestro Mayor	<input type="checkbox"/>	Eléctricos <input type="checkbox"/>
Especialista de Mant. Civil	<input type="checkbox"/>	Misceláneos	<input type="checkbox"/>	Mecánicos <input type="checkbox"/>
DESARROLLO DE ACTIVIDADES				
ACTIVIDAD	METODO/TECNICA		TIEMPO DE EJECUCION	
			Tiempo Total de Ejecución	
Observaciones:				
.....				
.....				
.....				
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD				
.....
RESPONSABLE	EJECUTOR	OPERADOR		