

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción

Procedimientos para el control y verificación de la calidad del proceso de
extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores
Río Frío S.A

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Luis Andrey Rodríguez Vásquez

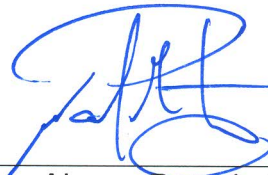
Cartago, Setiembre 2019.

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

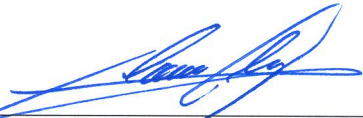
Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Alonso Poveda Montoya, Ing. Mauricio Araya Rodríguez, Ing. Sonia Vargas Calderón, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



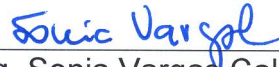
Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Alonso Poveda Montoya.
Profesor Guía



Ing. Mauricio Araya Rodríguez.
Profesor Lector



Ing. Sonia Vargas Calderón.
Profesora Observadora

**Procedimientos para el control y
verificación de la calidad del
proceso de extracción y
producción de agregados en la
Planta Santa Clara de
Quebradores Río Frío S.A**

Abstract

Review, record and control the quality of both the processes and the final product should be a priority in any organization, being this the most efficient tool to ensure competitiveness in a market in constant evolution, under this premise in Quebradores Río Frío has been proposed a system to evaluate the efficiency of processes and quality control, which synthesizes all the aspects present in this work.

The process of achieving the objective has defined stages that range from an analysis of the requirements of standardization as a reference parameter to know what the range of action is to be achieved and the current condition of the company; to generate a diagnosis that becomes the starting point to propose the procedures to manage the processes aimed at continuous improvement.

The second stage covers the proposal of procedures where all the processes involved in the production of stone aggregates in the Santa Clara plant are defined and explained, so that it is possible to define the necessary inputs for each activity and assign them to the specific processes, detailing operational aspects of both useful life and performance that was also previously calculated. Complemented by a system to register these revisions that works as a tool for comparison and identification of deficiencies in the process, so that it is possible to have a record to compare the ideal conditions with the real conditions in the production plant.

Keywords:

Aggregates, production and extraction of aggregates, quality, ISO 9001.

Resumen

Revisar, registrar y controlar la calidad tanto de los procesos como del producto final debe ser de atención prioritaria en cualquier organización, siendo esta la herramienta más eficiente para asegurar la competitividad en un mercado en constante evolución, bajo esta premisa en Quebradores Río Frío se ha propuesto un sistema para evaluar la eficiencia de los procesos y el control de calidad, el cual sintetiza todos los aspectos presentes en este trabajo.

El proceso para lograr el objetivo tiene etapas definidas que van desde un análisis de los requerimientos de estandarización hasta un parámetro de referencia para saber cuál es el rango de acción que se debe alcanzar y la condición actual de la empresa; para generar un diagnóstico que se convierte en el punto de partida para proponer los procedimientos para gestionar los procesos orientados a la mejora continua.

En la segunda etapa se abarca la propuesta de procedimientos donde se definen y explican todos los procesos que conlleva la producción de agregados pétreos en la planta Santa Clara, de modo que sea posible definir los insumos necesarios para cada actividad y asignarlos a los procesos específicos, detallando aspectos operativos tanto de vida útil como rendimiento que también fue previamente calculado. Lo anterior complementado con un sistema para registrar estas revisiones que funcione como herramienta de comparación e identificación de deficiencias en el proceso, de modo que sea posible tener un registro para comparar las condiciones idóneas con las condiciones reales en la planta de producción.

Palabras clave:

Agregados, producción y extracción de agregados, calidad, ISO 9001.

**Procedimientos para el control y
verificación de la calidad del
proceso de extracción y
producción de agregados en la
Planta Santa Clara de
Quebradores Río Frío S.A**

Procedimientos para el control y verificación de la calidad del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío S.A

LUIS ANDREY RODRÍGUEZ VÁSQUEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Agosto del 2019

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo.....	2
Introducción	3
Marco teórico	5
Metodología	14
Resultados	17
Análisis de los resultados	42
Conclusiones	48
Recomendaciones.....	50
Apéndices	51
Anexos.....	52
Referencias.....	66

Prefacio

El sector construcción se ha diversificado y constituye, en la actualidad, un sector de la economía muy amplio. Es por esta razón que ha incrementado la cantidad de empresas y estas deben de competir en un mercado diverso para lograr la adjudicación de los nuevos proyectos, para ello se vuelve necesario buscar metodologías, herramientas o sistemas que les permitan sobresalir ofreciendo servicios de mejor calidad al menor precio siendo más llamativos hacia potenciales clientes.

Con la elaboración de este proyecto fue posible identificar todos los factores que influyen en la calidad del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío, así como identificar los requerimientos de la norma ISO 9001 y el estado actual de la planta en cuanto a estándares de calidad se refiere.

Esto se logró estudiando cada una de las fases de operación de la planta e identificando los diferentes aspectos que influyen en el proceso, de modo que sea posible estandarizar todas estas fases, para así fomentar que dicho proceso se realice con los estándares de calidad que la normativa internacional especifica.

Para ello se planteó realizar un manual de control y mantenimiento de la calidad, así como una herramienta que permita verificar en campo si lo establecido en dicho manual presenta o no el cumplimiento de los aspectos allí especificados.

Resumen ejecutivo

La producción y venta de áridos en el país en los últimos años ha tenido un comportamiento de incremento, por lo que la competencia de los diferentes proveedores por vender su material es el causante de que estos busquen nuevas formas de presentar al cliente las condiciones y características del material que comercializan.

Es por esta razón que nace la idea que se materializa en este proyecto, que tiene el fin de documentar procedimientos de control y mantenimiento de la calidad en la planta Santa Clara, la cual se dedica a la extracción y producción de agregados y pertenece a la empresa Quebradores Río Frío, así como proponer mecanismos de verificación de dichos procedimientos para que sean registrados y revisados con un mayor grado de certeza y control.

Para ello se hizo necesario analizar diferentes aspectos de operación de la planta, como lo es la determinación de los rendimientos de las diferentes actividades, la productividad que presenta la planta, los factores que afecta dicha productividad, así como identificar los diferentes recursos que permiten el funcionamiento de la planta.

Por otro lado, se plantearon mecanismos de verificación de cumplimiento de los aspectos legales establecidos por el estado (Código de Minería) que permiten que el funcionamiento no sea paralizado.

También se realizaron mecanismos de verificación para el cumplimiento de las características del agregado que establece la normativa internacional ASTM C-33 (su equivalente en INTECO C15:2018) y la normativa nacional que regula la construcción de proyectos públicos (CR-2010).

Otro tema que se abarcó en este proyecto fue la definición de los requerimientos de un sistema de gestión de la calidad basándose en la norma internacional ISO 9001, esto con el fin de incluir en los procedimientos realizados, los aspectos referentes a esta norma. De esta manera, se obtuvo la norma por parte del ente evaluador nacional INTECO, además de entrevistas con un profesional de esta institución en las que se evacuaron consultas sobre algunos aspectos importantes mencionados en esta reglamentación.

Actualmente, el estado de la empresa en cuanto a cumplimiento de los requerimientos mencionados anteriormente era desconocido, por lo que se realizó un diagnóstico gracias a una herramienta elaborada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación la cual dio como resultado un porcentaje de 23% de implementación de un sistema de gestión de la calidad.

Con el acatamiento del manual realizado se garantiza una estandarización del proceso de producción, generando: que dicho proceso sea más efectivo, que los agregados respondan a los requerimientos del cliente y todo esto salvaguardando la seguridad de los trabajadores de la planta.

En dicho manual se definieron todas las fases involucradas en la operación de la planta y se plantean los procedimientos a seguir en cuanto a mantenimiento de los equipos, seguridad, maquinaria y equipo utilizado en cada una de ellas, así como los demás aspectos necesarios para garantizar un proceso que cumpla con los estándares de calidad solicitados.

Introducción

MACOMA es una empresa que se dedica a servicios del área de la construcción, entre ellos, movimiento de tierra, obras de infraestructura, construcción de carreteras, así como el suministro de diferentes agregados para la construcción, éste último servicio es el de mayor interés para el desarrollo de este proyecto.

La empresa encargada de la explotación y comercialización de los agregados mencionados es, por razones administrativas, Quebradores Río Frío S.A.

La planta de extracción y producción de agregados se encuentra ubicada en Horquetas de Sarapiquí, Heredia y se abastece con material obtenido del Río Sucio gracias a la concesión otorgada por el estado.

Este proyecto nace debido a la intención por parte de la empresa de determinar procedimientos que garanticen que el proceso de extracción y producción de los agregados se realice con los estándares calidad adecuada para ser comercializado, pensando en una potencial obtención de un certificado que lo garantice, basándose en los requerimientos de la norma ISO 9001.

Para lo anterior, se vuelve necesario abarcar, en un apartado de este proyecto, las condiciones y/o requisitos que se establecen en dicha norma, utilizando como referencia la perteneciente al Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, la cual es la ISO/INTE 9001:2015.

Para el desarrollo de este proyecto, primeramente, se realizó un análisis de la operación de la planta, se optó por conocer el rendimiento que presentan diferentes fases del proceso, la productividad, todo esto cuantificando la producción, determinando los recursos utilizados en la planta e identificando los factores que afectan dicha productividad.

Por otro lado, se consideró necesario la creación de listas de verificación que ayuden a comprobar el cumplimiento de las diferentes normas técnicas aplicables que garantizan que

tanto el proceso de extracción y producción de agregados se realiza correctamente, como garantizar la calidad del agregado, las normas son: el Código de Minería, el manual de especificaciones del MOPT (CR-2010) y las normas ASTM.

Con lo mencionado anteriormente se logra desarrollar procedimientos que garanticen el control y el mantenimiento de la calidad del proceso de producción, así como la descripción del procedimiento de operación de la planta.

Con la elaboración de este proyecto, la empresa obtendrá diferentes beneficios como lo son el mejoramiento en la calidad del proceso productivo, así como la verificación de la calidad de los agregados.

Por otro lado, los procedimientos desarrollados abarcan uno de los principales requisitos para una potencial certificación de la norma ISO 9001.

La creación de procedimientos como estos permite demostrar a los clientes el alto compromiso que presenta la empresa con la calidad de los procesos de extracción y producción para obtener los agregados, abriendo nuevos mercados en empresas que exigen estos controles.

Objetivo General

Analizar el proceso de extracción y producción de agregados, para desarrollar procedimientos que garanticen un adecuado control de la calidad del proceso.

Objetivos específicos

- Analizar el procedimiento de operación de la planta, para determinar los procesos que se llevan a cabo en la extracción y producción de agregados, mediante mediciones de productividad y rendimiento.

- Proponer un mecanismo de verificación de los parámetros legales para que la explotación y el producto final del proceso sean acordes a lo estipulado en el código de minería, la norma ASTM C33 (su equivalente en INTECO es la INTE C15:2018) y CR-2010.
- Definir los requisitos establecidos en la norma ISO 9001 y determinar el estado

actual de la empresa tomando como referencia la normativa internacional descrita para los procesos de calidad.

- Desarrollar los procedimientos a seguir para garantizar la calidad del proceso de extracción y producción de agregados mediante el planteamiento de un manual.

Marco teórico

Para el desarrollo de este proyecto se vuelve necesario definir los siguientes conceptos, con el fin de justificar lo establecido en los resultados obtenidos, así como para tener un correcto análisis de dichos resultados.

Productividad

En las diferentes organizaciones se habla de productividad desde ya hace gran cantidad de años. Serpell (1986) lo define como “la relación entre lo producido y lo consumido o recursos utilizados” (p.54). tomando en cuenta que, cuando hablamos de productividad, esta involucra los materiales, maquinaria, equipos y mano de obra.

Es claro que, si mantenemos la calidad de un producto y logramos ya sea aumentar la producción y disminuir los recursos utilizados, aumentar la producción manteniendo los recursos o mantener la producción disminuyendo los recursos, vamos a generar un mayor porcentaje de este indicador. Es por ello que para las organizaciones se vuelve necesaria la medición de la productividad, con el fin de identificar cuáles son las tareas o actividades ya sea que presentan deficiencias o que es posible mejorar, y así, poder crear técnicas o mecanismos que permitan un crecimiento en la productividad.

Es importante definir el sistema productivo a analizar, y es que la productividad puede ser cuantificada ya sea en términos de materiales, mano de obra o equipo, esta última es la de interés para este proyecto, analizando la

relación entre la producción y la maquinaria y el equipo utilizado.

La productividad se ve afectada en los procesos de producción por diferentes factores que es necesario estudiar debido a que la solución influye directamente tanto en una mayor producción como en la generación de productos de una mejora calidad.

La productividad se puede medir de diferentes maneras, una de ellas es por medio de la técnica “*Crew Balance*”, para este proyecto se vuelve necesario especificar en qué consiste esta técnica.

Crew balance

Esta técnica consiste en identificar las tareas involucradas en el desarrollo de un trabajo y realizar mediciones en intervalos de tiempo definidos. En cada medición se identifica la tarea realizada por cada trabajador o maquinaria involucrada, con el fin de elaborar un gráfico de barras en el que se aprecien los porcentajes invertidos por cada trabajador o maquinaria para cada una de las tareas.

Para la correcta aplicación de esta técnica, se vuelve necesaria la realización de, al menos, 385 mediciones, para ello es recomendable grabar videos en campo del trabajo a analizar.

Esta técnica nos ayuda a identificar si las tareas asignadas se desarrollan de una manera correcta o si se debe realizar una reorganización de estas. En la figura 1 se observa un ejemplo de la aplicación de esta técnica de medición.

Figure 2.5 Sample crew balance chart for a concreting operation (Cycle time = 4 minutes)

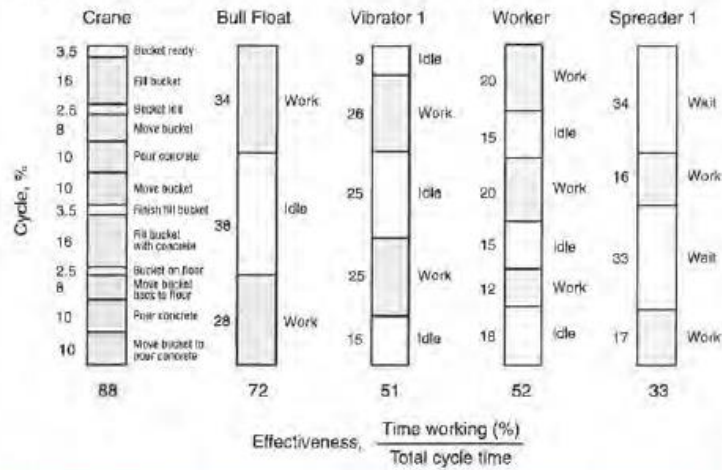


Figura 1. Ejemplo de la aplicación de la técnica de medición de productividad llamada Crew Balance
Fuente. Productivity in Construction, Dozzi

Factores que afectan la productividad

Tanto en el proceso de extracción de material del río como en la producción de los agregados existen factores que influyen negativamente en la productividad del proceso de generación del producto final, estos se mencionan a continuación con el fin de evaluarlos y determinar el accionar para que se disminuyan o eliminen del proceso, buscando siempre una mayor eficiencia de este proceso.

- **Condiciones del lugar de trabajo:** Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, las condiciones de trabajo son las posibles consecuencias negativas para la salud de los trabajadores, estas pueden ser físicas, psicológicas o sociales. Y es que pasamos gran parte de nuestra vida inmersos en el ambiente laboral, por lo que las condiciones de este sitio influyen directamente en el estado de ánimo de las personas por lo que se hace necesario garantizar que sean las óptimas.
- **Habilidad de los trabajadores:** Tanto las habilidades sociales como las habilidades técnicas o profesionales del personal influyen en la productividad, aumentando

este indicador cuando el personal adquiere dichas habilidades producto de la experiencia u otros aspectos.

- **Plan de seguridad:** La presencia de un plan de seguridad en el ambiente de trabajo es de suma importancia para resguardar la salud e integridad del trabajador. Es claro que la existencia de este genera mayor confianza por parte de los trabajadores, por lo que influye de manera directa en la eficiencia del proceso.
- **Capacitación del personal:** La capacitación de los trabajadores presenta una relación directa con la productividad del proceso, esto tanto en personal de nuevo ingreso, como en el personal con cierto tiempo de trabajar en la empresa. Además, esto genera mayor rendimiento en el proceso, así como la disminución de los recursos utilizados.
- **Métodos y equipo de trabajo:** Las diferentes técnicas de trabajo afectan directamente en la productividad del proceso. Muchas veces por no utilizar métodos más modernos o por no querer cambiar el proceso rutinario realizado por años, no nos damos cuenta de que estamos siendo menos productivos. Esto sucede también con la maquinaria y

equipo utilizado, ya que algunas veces este se encuentra obsoleto, pero nos negamos a cambiarlo.

- Factores ambientales: Estos pueden reducir significativamente el volumen de producción. Dichos factores, pueden ser las condiciones del terreno o las condiciones climáticas, este último puede provocar crecidas en el río en el caso de la extracción, así como paralización de la producción de la planta debido a la presencia de lluvia.

Rendimiento del proceso

Existen diferentes definiciones de rendimiento, según el proceso o la actividad a analizar, sin embargo, en este caso lo definiremos como la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Para el interés de este proyecto, dicho trabajo lo podemos ver como el volumen de material que se extrae del río y se acarrea hasta la planta, esto en el caso del proceso de extracción, mientras que, en el caso del proceso de obtención de los agregados, este lo podemos ver también como el volumen de producción de los diferentes agregados que se obtienen en la planta. Seguidamente, se expresa la fórmula utilizada para la medición de rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Volumen de Trabajo}}{\text{Unidad de tiempo}}$$

Existen diferentes tipos de rendimientos, ya sea rendimiento de mano de obra, de equipo y de maquinaria. Para la elaboración de este proyecto, los dos últimos son los de interés, el de rendimiento de equipo, en el caso de la producción de agregados, mientras que el rendimiento de maquinaria, en el caso de la extracción y acarreo del material. Por otro lado, es importante mencionar que existen diferentes formas de medir el rendimiento, las cuales se analizarán a continuación según la actividad.

En este caso se utilizará la medición por observación directa.

Extracción y acarreo de material

Para este caso, se tomarán en cuenta diferentes aspectos. Primeramente, se registrará la duración de los ciclos, estos incluyen carga de material, las

maniobras de la vagoneta, el transporte del material hasta la planta, el transporte de la vagoneta vacía otra vez al punto de llenado, así como los tiempos de espera y de ocio. Por otro lado, se debe contemplar el volumen de la pala de la excavadora y de la vagoneta, con el fin de definir el volumen acarreado por ciclo.

Producción de agregados

Para esta actividad se necesita de la ayuda del cargador para el cálculo de la cantidad de volumen producido, por lo que se debe conocer el volumen de la pala de este y se deben realizar diferentes mediciones del tiempo que dura la pala en llenarse de los diferentes agregados.

Proceso estadístico

Las mediciones de rendimiento a realizar deben ser en días y momentos aleatorios con el fin de que las muestras sean representativas, además, cuando se toman este tipo de muestras es importante realizar el procedimiento estadístico pertinente de los datos para verificar el comportamiento de estos. Primeramente, se debe obtener la media de los datos mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n}$$

Donde:

\bar{R} = Rendimiento promedio

R_n = Muestras de rendimientos tomados

n = Número de muestras tomadas

Una vez obtenido el promedio de los datos se procede a calcular la desviación estándar, con el fin de identificar cuál es la dispersión de los datos con respecto al promedio. Para ello se necesita la fórmula representada a continuación:

$$S = \frac{(R_1 - \bar{R})^2 + (R_2 - \bar{R})^2 + (R_3 - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{n}$$

Donde:

S = Desviación estándar

R_n = Datos obtenidos de rendimiento

\bar{R} = Rendimiento promedio

n = Número de muestras tomadas

Por último, se procede a realizar el cálculo del coeficiente de variación, el cual nos indica, porcentualmente, la desviación que presenta la desviación estándar con respecto a la media de la muestra. Dicho coeficiente se obtiene de la siguiente manera.

$$CV = \frac{S}{\bar{R}}$$

Donde:

CV= Coeficiente de variación

S= Desviación estándar de los datos

\bar{R} = Promedio de los datos

Normas aplicables al proceso

Para este apartado se vuelve necesario estudiar los requerimientos establecidos en el Código de Minería y las normas ASTM con el fin de verificar que el proceso de extracción y producción de los agregados en la planta Santa Clara de Quebradores Río Frío se realice conforme a dichos requerimientos.

Código de minería y su Reglamento

El Ministerio de Ambiente y Energía, por medio de la Dirección de Geología y Minas, es el encargado de otorgar permisos de exploración y concesiones de explotación, por lo que para extraer material del cauce del Río Sucio se vuelve necesario realizar la tramitología correspondiente mediante la entidad mencionada. El procedimiento a seguir para la obtención de estas concesiones se rige por medio del Código de Minería, por lo que el quebrador debe cumplir con los requisitos establecidos en el mismo. Dichos requisitos se abarcarán en este proyecto, tomando en cuenta solamente los que son de interés para el desarrollo del proyecto.

En el artículo 28 del Código de Minería se indica que “La concesión de explotación confiere el derecho de extraer los minerales no reservados para el Estado, de transformarlos y procesarlos y de disponer de ellos con fines industriales y

comerciales, bajo las condiciones establecidas en la resolución de otorgamiento...”

Asimismo, en el artículo 34 de este código y en el artículo 69 del reglamento a este código, se mencionan las obligaciones del concesionario (persona a la que se la ha sido adjudicada la concesión), se deben estudiar dichas obligaciones y, con la ayuda de la lista de verificación, comprobar su cumplimiento.

Normas ASTM e INTECO

La Sociedad Americana de Pruebas y Materiales o ASTM por sus siglas en inglés, es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo.

Dentro de dichas normas se encuentran las que nos ayudan a analizar la calidad y características de los agregados, analizando su cantidad de impurezas, su gravedad específica, el desgaste, así como la graduación de este, con el fin de verificar que el material se encuentre apto, ya sea para comercializarlo o para utilizarlo en las diferentes obras.

Por otra parte, cada una de esas normas tiene su equivalente en la normativa nacional por medio del ente encargado de normalizar estos ensayos en Costa Rica, el cual es INTECO, dichas normas se referencian en este documento.

Seguidamente, se abarcarán las normas de interés para este proyecto, con el fin de verificar que las condiciones del material cumplan con estas y así garantizar un producto con la calidad y los requerimientos solicitados por el cliente.

Norma ASTM C-40 (INTECO C115:2017)

Determinación de la materia orgánica en los agregados finos para concreto

Este método de ensayo se utiliza para determinar la cantidad de impurezas que presentan los agregados finos necesarios para la elaboración de concreto y así poder generar un criterio preliminar de aceptación del agregado analizado.

Para la elaboración de este método de ensayo se necesita obtener una muestra de material y agregarle agua, todo esto en las

cantidades indicadas en la norma. Se debe disolver y dejar reposar por 24 horas, una vez pasado este tiempo hay 2 formas de determinar la cantidad de impurezas que presenta el material, la primera es colocar en un frasco una solución de color estándar y comparar el color de esta con el color de la muestra, colocándolas lado a lado y registrar si el color de la muestra es más claro o más oscuro que el de la solución, ya que si este

es más oscuro, el material presenta un grado de impurezas perjudicial para ser utilizado.

La otra manera de determinar las impurezas es con los vidrios de color estándar Gardner. Estos vidrios tienen asignado un número de placa orgánica, la muestra se compara con los colores de dicho vidrio y se utiliza el siguiente cuadro para categorizar la muestra.

No. de color estándar Gardner	No. Placa Orgánica
5	1
8	2
11	3 (Max. Permisible)
14	4
16	5

Figura 2. Procedimiento de los vidrios de color estándar Gardner
Fuente: ASTM C-40

Es importante mencionar que, si el color de la muestra es más oscuro que la placa número 3, se considera que el material presenta materia orgánica perjudicial.

sí especifica valores máximos de abrasión para que un material sea aceptado.

Norma ASTM C-131 (INTE C64:2017)

Con este método de ensayo se logra determinar la resistencia al desgaste del agregado grueso por medio del impacto en la Máquina de Los Ángeles.

Consiste en colocar el material en un tambor rotatorio en el que se encuentran unas esferas de acero, la cantidad de estas esferas depende directamente del tamaño del material a analizar. En este procedimiento el material se somete a acciones de abrasión, de impacto y de trituración, después de un tiempo determinado la prueba es recolectada y tamizada para medir el desgaste como un valor porcentual.

En esta norma no hay un porcentaje de referencia para definir la aceptación o no del material; dicho porcentaje se debe comparar con las especificaciones dadas en los diferentes proyectos, o bien con normativa más específica. En este caso, un ejemplo es el CR-2010, el cual

Norma ASTM C-136 (INTE C46:2016)

En esta norma se establece el procedimiento a seguir para conocer la distribución de las partículas de un agregado según su tamaño; dicho agregado puede ser grueso o fino.

Se vuelve necesario conocer la graduación del material que se comercializa, así como dar a conocer dicha graduación al cliente para garantizar la conformidad y los requerimientos de este, ya que esta información se necesita para la elaboración de diseños de mezcla, así como para caracterizar concretamente el agregado obtenido. Es importante mencionar que, al igual que en la norma anterior, la comparación de los resultados dados se hace con las normas específicas y esta solamente indica los resultados granulométricos de la muestra.

ASTM C-88 (INTE C61:2019)

Esta norma ayuda a determinar la solidez cuando se somete a la intemperie ya sea el agregado grueso o fino, esto mediante la inmersión del agregado en sulfato ya sea de magnesio o de sodio.

Con la determinación de la pérdida por solidez se logra determinar si cumple con lo establecido en diferentes normativas, como lo son la ASTM C-33 que establece la calidad de los agregados y el CR-2010 que establece las especificaciones para la construcción de carreteras caminos y puentes.

ASTM C-33 (INTE C15:2018)

Esta norma define los requisitos de calidad de los agregados grueso y fino en la elaboración de concreto y es de gran utilidad para los contratistas, proveedores de concreto, compradores de dicho producto, así como utilizable en los diferentes proyectos constructivos.

En ella se establecen diferentes características de los agregados que es necesario cumplir para garantizar que este sea de calidad. Seguidamente se mencionarán las características establecidas en esta norma:

El agregado fino debe de cumplir con un color más claro que el color estándar en la prueba de impurezas orgánicas (colorimetría), según el procedimiento establecido en la norma ASTM C-40, la cual fue abarcada anteriormente en este apartado.

El agregado fino debe de cumplir con la granulometría especificada en la tabla 1 de esta norma (ver anexo 1)

CR-2010

El Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010) nace con el fin de establecer políticas, métodos y procedimientos a seguir en los proyectos que se realicen para el Ministerio de Obras Públicas y Transporte y sus consejos. Es por ello que se considera necesaria para este proyecto, la verificación de los requerimientos establecidos para los agregados fino y grueso.

Para este mismo agregado el porcentaje que pasa el tamiz o retenido en los tamices No. 50 y No. 100 no debe de ser mayor a 45%.

El módulo de finura del agregado fino debe de estar comprendido entre 2.3 y 3.1.

En la prueba de solidez, cuando el agregado fino es sometido a 5 ciclos, el porcentaje de pérdida no debe de ser mayor al 10% si se utiliza sulfato de sodio, ni mayor al 15% si se utiliza sulfato de magnesio. (ver anexo 3).

Para el agregado grueso, la granulometría debe de cumplir con lo establecido en la tabla 3 (ver anexo 2) para el tamaño de agregado especificado; además, es importante categorizar el agregado si este no presenta una categoría definida. Para un control de calidad o especificaciones más detalladas el productor debe de desarrollar una graduación promedio cuando sea necesario.

En cuanto al desgaste por abrasión, no puede ser mayor a 50% (ver anexo 3).

Los agregados finos que pasan la malla No. 200 no deben de ser mayores al 1% cuando se analiza la granulometría del agregado grueso. (ver anexo 3).

Para este mismo agregado, en la prueba de solidez, cuando el agregado es sometido a 5 ciclos, el porcentaje de pérdida no debe de ser mayor al 12% si se utiliza sulfato de sodio, ni mayor al 18% si se utiliza sulfato de magnesio.

Es importante mencionar, que en esta norma también se determinan límites en la cantidad de arcilla y partículas friables, así como en la cantidad de carbón y lignito en los agregados, sin embargo, estos no son tomados en cuenta para este proyecto debido a que los ensayos de laboratorio realizados no involucran las cantidades de dichos componentes.

Para la verificación de dichos requerimientos se vuelve necesario el estudio de la sección 703 del manual, en la sección 703.01 se indican las características y especificaciones del agregado fino, mientras que en la sección 703.02 se encuentran las del agregado grueso. Por medio de una tabla de verificación realizada en el apartado de resultados se comprueba el cumplimiento o no de las especificaciones.

Los requerimientos que se deben cumplir según esta reglamentación se mencionan a continuación:

Agregado fino

- Cumplimiento con la granulometría especificada en la tabla 1 de la norma AASHTO M-6 (ver anexo 4).
- Al realizarse la prueba de cantidad de impurezas (colorimetría), el color resultante de la muestra debe de ser más claro que el color estándar.
- En la prueba de solidez, la pérdida no debe de ser superior al 10% si se utiliza sulfato de sodio, ni mayor al 15% si se utiliza sulfato de magnesio.
- El módulo de finura debe de estar comprendido entre 2.3 y 3.1.
- El material que pasa la malla No. 200 no debe superar el 3%.
- El equivalente de arena no debe de ser menor al 75%.

Agregado grueso

- La prueba de desgaste por abrasión según esta normativa no debe superar el 40%.
- En la prueba de solidez, la pérdida no debe de ser superior al 12% si se utiliza sulfato de sodio, ni mayor al 18% si se utiliza sulfato de magnesio.
- El material que pasa la malla No. 200 no debe de superar el 1%.
- Se debe cumplir con la granulometría especificada en la tabla 1 de la norma AASHTO M-43 (ver anexo 5).

Calidad

La definición de la calidad es de suma importancia para el desarrollo de este proyecto.

Según Kaoru Ishikawa la calidad consiste en “todos los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas”. Por otro lado, tenemos la definición de calidad por parte de la Organización Internacional de Normalización

(International Organization for Standardization), la cual indica que “el grado en que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”.

Teniendo estas dos definiciones de calidad y adaptándolas a la elaboración de este proyecto, nos damos cuenta de que hablamos de calidad cuando el proceso de extracción y producción de los agregados, así como la obtención del producto final cumple con la satisfacción de la persona que lo va a utilizar y con los requisitos técnicos y administrativos establecidos.

Sistema de gestión de la calidad

Un sistema de gestión de calidad es el conjunto de normas y estándares internacionales que se relacionan entre sí con el fin de cumplir con los requisitos establecidos por el cliente, todo esto a través de la mejora continua del proceso, de una manera ordenada y sistemática.

La norma ISO 9001 define un sistema de gestión de la calidad como “una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y a proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible”

Además, dicha norma establece los beneficios potenciales para la organización a la hora de implementar un sistema de gestión de la calidad, estos se mencionan textualmente a continuación:

- La capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.
- Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente.
- Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.
- La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

Para la elaboración de un sistema de gestión de la calidad las organizaciones se deben basar en las normas establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés), para ello hay organizaciones en

los diferentes países que se encargan de la verificación del cumplimiento de las normas con el fin de certificar a las empresas que lo requieran.

Seguidamente, se abarcará en qué consisten las normas ISO, así como la norma ISO 9001 específicamente, ya que se vuelve necesario su análisis para este proyecto.

Normas ISO

La Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés), es una federación mundial de organismos nacionales, los cuales se encuentran afiliados a ISO. Estos desarrollan todo un proceso de preparación de las diferentes normas a través de distintos comités técnicos.

Norma ISO 9001

Para la elaboración de este proyecto se debe estudiar a fondo la norma ISO 9001, para ello se vuelve necesario el acercamiento a una institución que se encargue de la normalización, en este caso el acercamiento es a INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica). Este es el ente de nacional de normalización y, según un decreto ejecutivo del año 1995, dicha organización es de carácter privado y sin fines de lucro, por lo que la norma en estudio es INTE/ISO 9001:2015 “Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos”

Dicha norma fue traducida por el comité ISO/TC 176; en este comité participaron representantes de los organismos nacionales de normalización de diferentes países de Latinoamérica, así como de Estados Unidos.

Anteriormente se habló sobre los beneficios especificados por la norma ISO 9001 al implementar un sistema de gestión de la calidad. Ahora también se mencionarán textualmente algunos de los beneficios más importantes que según INTECO se adquieren a la hora de implementar dicho sistema:

- Uso de la certificación como un elemento de marketing.

- Acceso a ciertos mercados que requieren sistemas de calidad certificados.
- Mejora la eficiencia global de la empresa.
- Aumento de la motivación del personal.
- Registro de las decisiones tomadas.
- Mejora el nivel de satisfacción de los clientes.
- Disminución de reclamos (quejas) por problemas en la prestación de servicios.
- Importante posicionamiento de la empresa en el sector o área de su especialidad.

INTECO

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica es una organización privada y sin fines de lucro, la cual fue promulgada por un decreto ejecutivo, convirtiéndose en el ente nacional de normalización.

Las empresas pueden acudir a INTECO para obtener diferentes certificados de cumplimiento de las diferentes normas. Además, esta entidad ofrece las diferentes normas en formato digital, así como capacitaciones a las empresas.

Para la elaboración de este proyecto se acude a esta institución para identificar los requisitos para la obtención de un certificado de un sistema de gestión de la calidad (ISO 9001), analizando e interpretando la norma INTE/ISO 9001:2015, así como identificando el procedimiento a seguir a la hora de querer optar por el certificado mencionado.

Diagnóstico de evaluación

La NTC ISO 9001 es una norma colombiana establecida por el ICOTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). En ella se establece un sistema de diagnóstico para la evaluación de los sistemas de gestión de la calidad en las empresas; dicho sistema de diagnóstico consiste en un documento de Excel en el que se especifican los requisitos de los capítulos del 4 al 10 de la norma ISO 9001:2015. Dichos capítulos son los de cumplimiento

necesario para optar por un certificado de gestión de la calidad.

En el sistema de diagnóstico se establecen 4 puntajes de evaluación según el cumplimiento de cada criterio, la puntuación mayor es de 10 y, esta se le asigna el criterio que tenga un cumplimiento total; se asigna una puntuación de 5 si el cumplimiento es parcial; si cumple con el mínimo son 3 puntos y 0 puntos si no cumple con el criterio enunciado, una vez asignados todos los puntajes, se obtiene un porcentaje de implementación por cada apartado

de la norma, con el fin de establecer las acciones a seguir.

Las acciones mencionadas pueden ser la implementación total del criterio si el porcentaje es menor al 50%, el mejoramiento de este si se encuentra entre 50 % y 80% y el mantenimiento si se encuentra por encima del 80%. Por último, se le da un porcentaje total a la implementación con el promedio de los porcentajes obtenidos en los diferentes apartados con el cuál se obtiene una calificación global del sistema de gestión de la calidad entre bajo, medio o alto.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto fue necesaria la presencia en campo para la toma de mediciones y estudio del proceso en análisis, el cual es el proceso de extracción de material del río Sucio en Horquetas de Sarapiquí y su posterior producción de los diferentes agregados en la Planta Santa Clara, perteneciente a Quebradores Río Frío y que se encuentra ubicada a aproximadamente a 300 metros del lugar de extracción del material.

Por otro lado, fue necesaria la recopilación de información, por lo que se estudiaron las diferentes normas y se procesaron los datos obtenidos en campo, esto consultando fuentes bibliográficas, profesionales tanto de la empresa, como de otras instituciones tales como INTECO. Lo anterior se realizó desde las oficinas de la empresa ubicada en San Miguel de Santo Domingo, Heredia, donde también se trabajó en el desarrollo de los procedimientos de control de calidad y de operación de la planta.

A continuación, se define la metodología seguida en el desarrollo de este proyecto según los objetivos planteados.

Análisis del procedimiento de producción de la planta

Para la elaboración de procedimientos que garanticen el control de calidad y procedimientos de operación de la planta, es necesario medir los rendimientos de algunas fases del proceso, así como la determinación de la productividad con que se desarrollan.

Para abarcar el contenido de este apartado se volvió necesario identificar todas las actividades del proceso de extracción y producción de agregados y, esto se realizó

ejecutando visitas periódicas a la Planta Santa Clara perteneciente a la empresa Quebradores Río Frío S.A, así como mediante consultas dirigidas a los encargados de la planta sobre las dudas del funcionamiento de esta.

Una vez identificadas las actividades, se analizó detalladamente el proceso, midiendo el rendimiento de las actividades y estudiando la productividad de estas.

La metodología por seguir para la medición de la productividad y el rendimiento se escogió según la técnica que se adaptara de una mejor manera a cada proceso. De esta manera, para la extracción del material del río el método *Crew Balance* es bastante provechoso para la identificación de las actividades y para conocer la productividad; en este sentido, se grabaron videos de dicho proceso para desarrollar esta técnica de medición.

Además, con la ayuda de los videos se determinó la duración de los ciclos de esta actividad, la cual involucra la duración de la carga de material, así como el acarreo y, con ello se logró determinar el volumen de extracción del río por unidad de tiempo.

Por otro lado, en la medición de la producción de los agregados, estos métodos no son del todo útiles, por lo que la manera de medición de dicha producción consistió en medir estos agregados en la planta y, con la ayuda del cargador, se determinaba el tiempo que toma en llenarse la pala de este, de la cual se tiene conocimiento de su volumen, determinando así el volumen de producción por unidad de tiempo.

Una vez cuantificada la producción, se identificó el equipo y maquinaria utilizada, así como los demás recursos necesarios para el desarrollo del proceso de producción, con ello se facilita el desarrollo de los procedimientos de control de calidad, así como la descripción del proceso.

También se identificaron los factores que afectan la productividad del proceso, con ello y con el análisis mencionado anteriormente, se lograron determinar los procedimientos a seguir para corregir los procesos en el que se esté desarrollando un desempeño menor al esperado, o bien, identificar mecanismos o prácticas más eficientes o que mejorarían la extracción y producción de agregados.

Verificación del cumplimiento de las normas

Para la verificación de que el proceso de extracción y producción de agregados cumpla con los estándares de calidad, es importante conocer si este se desarrolla cumpliendo las normas técnicas que rigen el proceso, así como crear mecanismos de verificación de cumplimiento de la calidad de los materiales obtenidos, por lo que se estudiaron el Código de Minería, el CR-2010 y las normas ASTM.

Lo anterior se desarrolló mediante listas de verificación con todas las normas aplicables identificadas; asimismo, se verificó el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Estado para el funcionamiento de la concesión del río y funcionamiento de la planta.

Además, se desarrollaron listas de verificación de los requerimientos establecidos en las normas que garantizan que el producto obtenido presenta la calidad necesaria para ser comercializado y cumple con los requerimientos del cliente.

El código de Minería y su Reglamento rigen el procedimiento de extracción de los agregados por lo que se estudió dicho código y sus requisitos. Además, con la ayuda de la lista de verificación mencionada anteriormente se revisó el desarrollo correcto de dicho proceso.

En cuanto a las normas técnicas aplicadas para verificar el cumplimiento de la calidad de los agregados, se desarrollaron listas de verificación para los requerimientos del CR-2010 y para las normas ASTM. Dichas listas permiten comprobar que las características dadas por un ensayo de laboratorio sean comparadas con los requisitos de las normas mencionadas.

Se incluyen en las listas elaboradas, características como granulometría, gravedad

específica, sanidad, así como los ensayos anteriores aplicados a los agregados gruesos y finos.

Por otro lado, se tomaron en cuenta los ensayos de colorimetría y equivalencia de arena aplicados al agregado fino.

Por último, también se contempló el ensayo de abrasión aplicado en el agregado grueso.

Es importante mencionar que durante la realización del proyecto no se realizaron pruebas de laboratorio, por lo que se determinó el cumplimiento con ensayos realizados anteriormente.

En el caso de las listas de verificación que determinan el cumplimiento de las características establecidas en el CR-2010 y las normas ASTM, se toman en cuenta los siguientes agregados: arena y piedra cuartilla en la primera lista y polvo de piedra y piedra quintilla en la segunda. Sin embargo, es importante mencionar que la empresa no contaba en su base de datos con los ensayos realizados a la arena, por lo que en este agregado no se realizó verificación.

El estudio del *Manual de especificaciones generales, para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010)*, perteneciente al MOPT, se realizó ya que es la normativa nacional que regula dichos agregados en proyectos públicos, mientras que las normas ASTM es una normativa internacional en la que se basa la mayoría de las empresas para la verificación de la calidad de los agregados.

Estudio de la norma ISO 9001

Para la identificación de los requisitos y procedimientos a seguir para una potencial obtención de un certificado que garantice el cumplimiento de un sistema de gestión de calidad primeramente se obtuvo la norma INTE/ISO 9001:2015 perteneciente a un ente evaluador, en este caso el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).

Lo anterior se realizó segmentando e interpretando las condiciones específicas y necesarias para acreditar el proceso de extracción y producción de agregados y esto se desarrolló estudiando dicha norma con una entrevista a Eliécer Castro Castro, profesional evaluador de INTECO, con el cual se habló sobre

aspectos de la norma que son de un entendimiento más complejo,

En el espacio mencionado anteriormente con el profesional en el tema se identificaron los aspectos y dudas necesarias para la correcta interpretación de la norma, y así lograr registrar los requerimientos de cada apartado de esta, adaptando la información y requisitos a las condiciones de la empresa.

Se realizó un diagnóstico del sistema, esto mediante un documento desarrollado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, este tiene como nombre “Diagnóstico de Evaluación Sistema de Gestión de Calidad según NTC ISO 9001-2015”, este fue recomendado por el profesional mencionado anteriormente. Con el desarrollo de este estudio se logró determinar las condiciones actuales de la empresa.

Dicho diagnóstico se realizó con la ayuda del ingeniero a cargo de la planta y se especifica su desarrollo en el apartado de anexos.

Por último, se recopiló toda la documentación a presentar por parte de la empresa en caso de querer realizar la solicitud del plan de gestión.

Procedimientos de control de calidad y de operación de la planta

Con la información recopilada en el desarrollo de este proyecto y con las mediciones y listas de verificación realizadas, se logró crear dos documentos; en el primero se registran los procedimientos de operación de la planta y en el segundo se especifican los procedimientos para garantizar el control y el mantenimiento de la calidad.

Para ambos documentos se dividió el proceso en diferentes fases para un mejor análisis de cada una de ellas.

En estos manuales se abarcan diferentes aspectos de la planta como los son el diseño de sitio, la diagramación del proceso de producción, la descripción de la planta, las responsabilidades de cada uno de los trabajadores, todos estos necesarios para una correcta introducción al manual.

Por otro lado, es necesario definir el objetivo de cada manual y su alcance, así como los beneficios que presenta su utilización.

Se creó un cuadro en el que se especifican los activos que presenta la planta, asignándole un código a cada uno de estos, su modelo cuando el activo lo tiene y las funciones que presentan en el proceso de producción.

Se definieron términos que se consideró que algún lector del documento podría tener problemas con su entendimiento.

Se le asignan responsabilidades a cada uno de los trabajadores de la planta, tanto en el Manual de procedimientos de producción con en el que se busca controlar y mantener la calidad del proceso y de los agregados.

Para el manual de control y mantenimiento de la calidad se tomó en cuenta cada una de las fases de todos los aspectos determinados a través del desarrollo del proyecto, así como los aspectos que, gracias a la experiencia del ingeniero a cargo de la planta, se consideraron necesarios para garantizar la calidad del proceso y del producto obtenido.

En cuanto al manual que describe los procedimientos de operación de la planta, se realizó gracias a las constantes visitas a la planta y al estudio de todas las fases de producción Su objetivo es explicar ampliamente cómo se actuó.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el desarrollo de este proyecto, siguiendo la metodología mencionada anteriormente.

De esta manera, se identifican los diferentes puntos del proceso de producción, así como otros puntos que son de gran interés en la planta, seguidamente se muestra dicho diseño.

Diseño de sitio

Para el desarrollo del proyecto se consideró necesario la elaboración de un diseño del sitio con el fin de que el lector se ubique de una manera gráfica en el contexto de este.

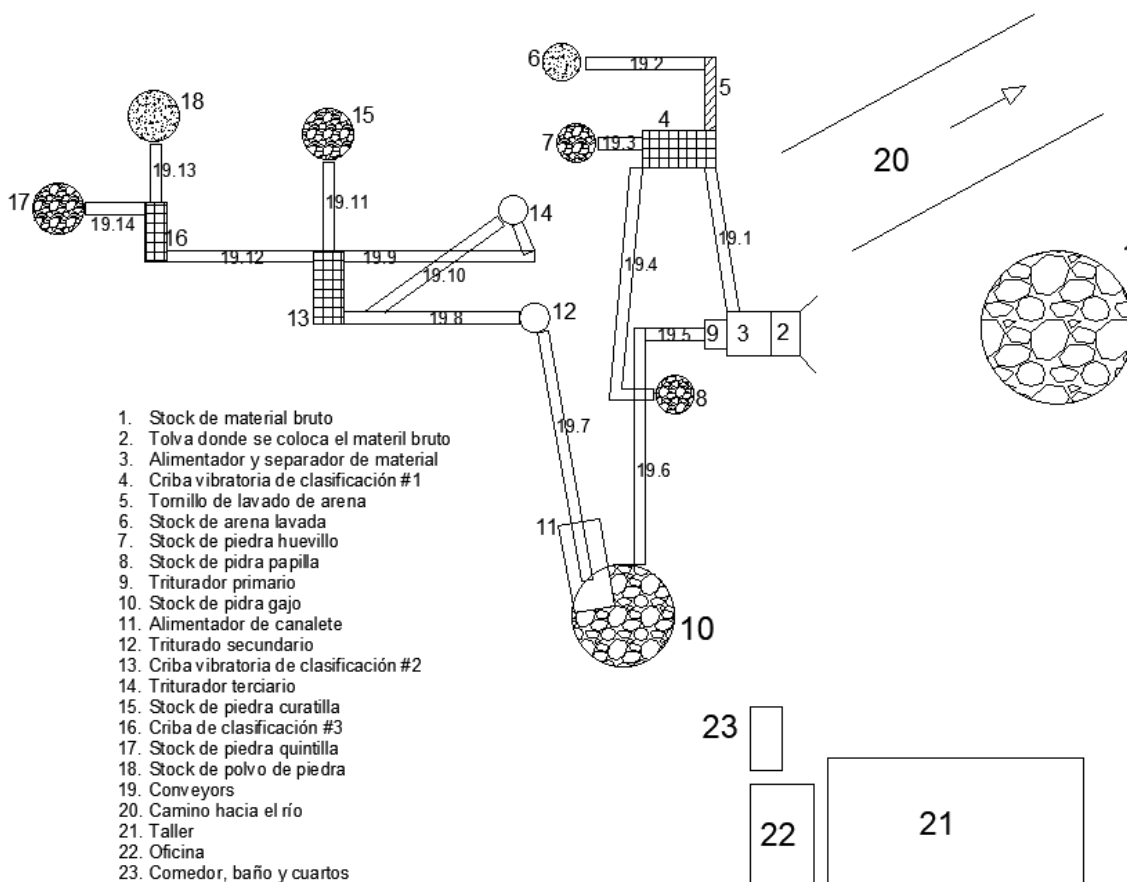


Figura 3. Diseño de sitio de la planta Santa Clara de Quebradores Río Frío
 Fuente. Elaboración propia

Rendimientos

Para el análisis de la producción en la planta, se vuelve necesario ejecutar la medición del rendimiento de algunas actividades, para ello se debe dividir el proceso de extracción y producción de agregados en diferentes actividades que conllevan a la elaboración del producto final. Dichas actividades son primeramente la extracción de la materia prima del río (piedra y arena en su estado natural) y su acarreo hasta la ubicación de la planta; seguidamente se tiene el primer proceso de producción (quebrador primario) en el que se divide el material piedra papilla, piedra huevillo, arena y piedra triturada aproximadamente menor a 7"; como última actividad está el proceso de generación de piedra cuartilla, piedra quitilla y polvo de piedra por medio de los quebradores secundario y terciario.

En la primera actividad se tomarán duraciones de llenado de la vagoneta, así como el tiempo que transcurre en el momento que la vagoneta se dirige a vaciar el material y se devuelve vacía, determinando el tiempo de los ciclos. Para este fin, se grabaron videos para un posterior análisis y la cantidad de mediciones fue de 10, considerando que con esa cantidad los datos son representativos.

En la actividad de producción de los agregados, el procedimiento a seguir para conseguir la cantidad de obtención de material por unidad de tiempo, consiste en medir lo que dura la pala del cargador en llenarse con un determinado material. Para esto, se realizaron 3 mediciones, considerando que con esas mediciones los datos son representativos.

A continuación, se observan los resultados obtenidos.

También se indican los datos estadísticos, con el fin de analizar el comportamiento de estos.

Cuadro 1. Cálculo de producción de Piedra Cuartilla							
Volumen de la pala del cargador (m ³)					4.4		
# de medición	Fecha	Horas de llenado (hora:minutos:segundos)		Tiempo llenado (min)	Tiempo llenado (s)	Tiempo llenado (h)	Rendimiento (m ³ /h)
		Inicio	Finalización				
1	13/03/19	08:09:58	08:16:45	00:06:47	407	0.1131	38.92
2	21/03/19	12:52:54	12:59:58	00:07:04	424	0.1178	37.36
3	21/03/19	01:38:42	01:45:38	00:06:56	416	0.1156	38.08
Promedio							38.12

Cuadro 2. Cálculo de producción de Piedra Quintilla							
Volumen de la pala del cargador (m ³)					4.4		
# de medición	Fecha	Horas de llenado (hora:minutos:segundos)		Tiempo llenado (min)	Tiempo llenado (s)	Tiempo llenado (h)	Rendimiento (m ³ /h)
		Inicio	Finalización				
1	06/03/19	01:21:13	01:37:41	00:16:28	988	0.2744	16.03
2	13/03/19	08:17:42	08:31:07	00:13:25	805	0.2236	19.68
3	21/03/19	01:19:54	01:33:46	00:13:52	832	0.2311	19.04
Promedio							18.25

Cuadro 3. Cálculo de producción de Polvo de Piedra							
Volumen de la pala del cargador (m ³)					4.4		
# de medición	Fecha	Horas de llenado (hora:minutos:segundo)		Tiempo llenado (min)	Tiempo llenado (s)	Tiempo llenado (h)	Rendimiento (m ³ /h)
		Inicio	Finalización				
1	13/03/19	08:36:12	08:45:55	00:09:43	583	0.1619	27.17
2	21/03/19	01:00:44	01:09:57	00:09:13	553	0.1536	28.64
3	21/03/19	01:46:47	01:57:36	00:10:49	649	0.1803	24.41
Promedio							26.53

Cuadro 4. Cálculo de los datos estadísticos			
Agregado	Piedra cuartilla	Piedra quintilla	Polvo de piedra
Rendimientos (m³/h)	38.919	16.032	27.170
	37.358	19.677	28.644
	38.077	19.038	24.407
Promedio (m³/h)	38.118	18.249	26.525
Desviación estándar	0.407	2.525	3.130
Coefficiente de variación	0.011	0.138	0.118

Para la actividad extracción, carga y acarreo del material del río y su ubicación en el stock cerca de la planta, se observan los resultados en la siguiente tabla. Asimismo,

en la tabla siguiente se pueden identificar los resultados estadísticos de las mediciones realizadas en esta actividad.

Cuadro 5. Medición de tiempos de extracción, carga y transporte de material (horas:minutos:segundos)									
# de medición	Fecha	Hora	Empieza carga	Termina carga	Se va lleno	Llega vacío	Tiempo de acarreo	Tiempo de carga	Tiempo ciclo completo
1	1/3/2019	11:00 a.m.	00:00:00	00:05:08	00:05:08	00:10:30	00:05:22	00:05:08	00:10:30
2	1/3/2019	11:20 a.m.	00:20:30	00:25:06	00:25:06	00:31:10	00:06:04	00:04:36	00:10:40
3	5/3/2019	1:30 p.m.	00:00:12	00:07:20	00:07:20	00:12:35	00:05:15	00:07:08	00:12:23
4	6/3/2019	2:30 p.m.	00:00:51	00:08:10	00:08:10	00:16:31	00:08:21	00:07:19	00:15:40
5	12/3/2019	11:15 p.m.	00:08:51	00:12:08	00:00:00	00:08:51	00:08:51	00:03:17	00:12:08
6	12/3/2019	11:30 p.m.	00:26:14	00:31:37	00:12:08	00:26:14	00:14:06	00:05:23	00:19:29
7	13/3/2019	9:00 a.m.	00:00:00	00:04:22	00:04:22	00:11:39	00:07:17	00:04:22	00:11:39
8	13/3/2019	9:20 a.m.	00:11:39	00:17:50	00:17:50	00:26:02	00:08:12	00:06:11	00:14:23

9	13/3/2019	11:00 a.m.	00:00:27	00:08:52	00:08:52	00:16:54	00:08:02	00:08:25	00:16:27
10	20/3/2019	11:00 a.m.	00:01:03	00:07:38	00:07:38	00:14:40	00:07:02	00:06:35	00:13:37
Promedio							00:07:51	00:05:50	00:13:42
Promedio tiempo del ciclo completo (s)									822
Promedio tiempo del ciclo completo (h)									0.228
Volumen acarreado por ciclo (m³)									18
Rendimiento (m³/h)									78.8

Cuadro 6. Cálculo de datos estadísticos						
# de medición	Tiempo ciclo completo (s)	Tiempo ciclo completo (min)	Promedio	(T- \bar{T}) ²	Desviación estándar	Coefficiente de variación
1	630	10.50	13.7	10.20	7.32	0.53
2	640	10.67		9.16		
3	743	12.38		1.72		
4	940	15.67		3.89		
5	728	12.13		2.43		
6	1169	19.48		33.52		
7	699	11.65		4.18		
8	863	14.38		0.48		
9	987	16.45		7.60		
10	817	13.62		0.01		

Crew balance

Para el proceso de extracción y acarreo de material desde el río hasta el stock ubicado en la planta también se realizó un análisis de productividad por medio de la técnica Crew

Balance y se tomaron los videos necesarios para obtener la cantidad de un mínimo de 385 mediciones. A continuación, se muestran los resultados obtenidos al utilizar dicha técnica.

Cuadro 7. Tareas identificadas para análisis de la técnica Crew Balance			
Act	Tarea	Vagoneta	Excavadora
Act 1	Extrayendo y cargando material	0%	45%
Act 2	Transportando material	48%	0%
Act 3	Ubicándose en posición de carga	10%	3%
Act 4	Esperando a ser cargada	42%	0%
Act 5	Extrayendo material	0%	43%
Act 6	Ocioso	0%	9%
Total		100%	100%

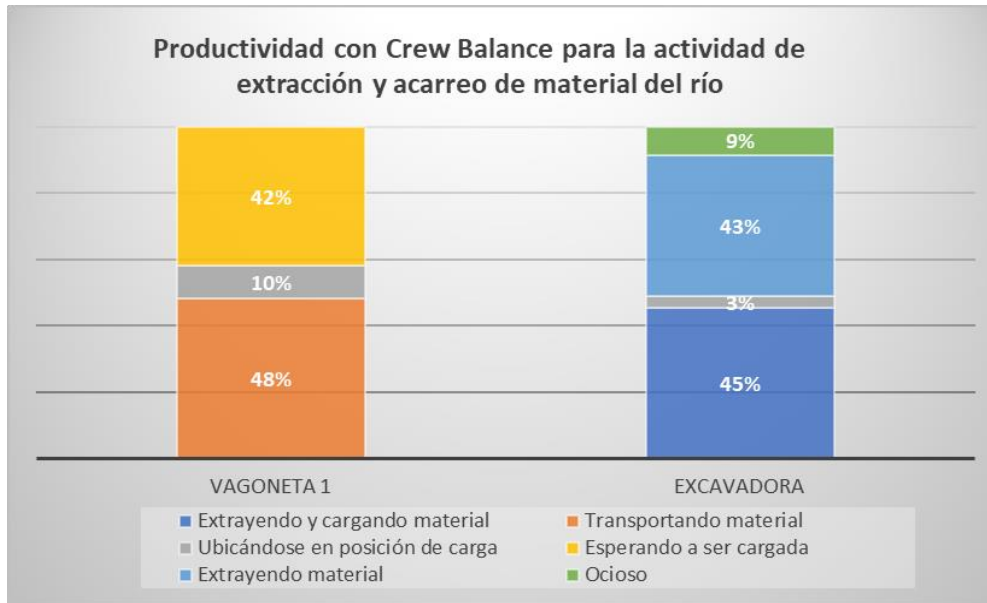


Figura 3. Productividad con Crew Balance para la actividad de extracción y acarreo de material del río.
Fuente. Elaboración propia

Factores que afectan la productividad

En el caso de la extracción y producción de agregados, la productividad se ve afectada por diferentes factores los cuales se hace

necesario estudiar. Seguidamente, se presenta un cuadro donde se mencionan dichos factores, así como el análisis de cada uno, identificando los diferentes aspectos en planta y realizando recomendaciones para posibles soluciones.

Cuadro 8. Factores que afectan la productividad del proceso de extracción y producción de agregados		
Factor	Identificación en la planta	Recomendaciones para posibles soluciones
Condiciones del lugar de trabajo	Temperaturas relativamente altas	Acondicionarse con ropa adecuada y utilizar bloqueador solar
	Grandes cantidades de polvo	Utilizar las mascarillas adecuadas que garanticen tanto comodidad como protección
	El agua existente para consumir no es potable	Coordinar la compra de un filtro que garantice agua potable
	Se nota algunas veces ambiente laboral tenso	Se debe promover una buena comunicación entre los trabajadores, para garantizar un ambiente laboral agradable

Habilidad de los trabajadores	Hay presencia de trabajadores con gran experiencia y conocimientos en las labores de la planta	Darles la oportunidad a los trabajadores de aprender y demostrar sus habilidades para crecer
Plan de seguridad	Inexistencia de un plan de seguridad en la planta	Coordinar la realización de un plan de seguridad, así como de charlas periódicas por parte de un ingeniero en seguridad laboral
Capacitación de personal	Inexistencia de capacitaciones técnicas	Promover las capacitaciones por parte de los superiores en la empresa, llevar a la planta técnicos especializados en los equipos que se utilizan
	Inexistencia de reuniones de retroalimentación	Es importante realizar reuniones por parte del encargado de la planta para conversar sobre deficiencias o aspectos positivos del proceso
Métodos y equipo de trabajo	Métodos de producción empíricos, sin embargo, son eficientes	Estudiar otros métodos de producción y compararlos con los métodos utilizados actualmente
	Inexistencia de un plan de mantenimiento, los equipos se cambian debido a un alto uso o desgaste y cuando se necesitan cambiar estos no están en la planta, por lo que se paraliza la producción	Es importante la presencia de un plan de mantenimiento que garantice la programación de las tareas preventivas y correctivas de la maquinaria y equipos, con el fin de evitar tiempos largos de espera a la hora de reparar los equipos
	Algunos equipos con poca vida útil debido a un menor costo (Ej: mallas de clasificación)	Adquirir equipos que cuenten con certificados de calidad, con el fin de garantizar la calidad del proceso
Factores ambientales	Paralización de labores de producción producto de las lluvias (el material mojado no se separa de la mejor manera)	Construcción de techos que garanticen la humedad óptima del material al procesarlo y así no disminuir la intensidad del proceso
	Paralización de labores de extracción por posibles crecidas del río	Establecer el proceso de quebrado de piedra mayor a la utilizada, la cual se encuentra en <i>stock</i> , esto por medio de un martillo triturador de roca
	Poca presencia de material en el río	Seguir el plan de extracción realizado por el biólogo a cargo, con el fin de que siempre haya material en el río

Recursos

En el proceso de extracción y producción de agregados se sabe que el recurso principal es el material extraído del río, sin embargo, para dicha extracción y su posterior procesamiento existen diferentes recursos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Estos los podemos dividir entre equipo y maquinaria, personal e insumos, todos estos se detallan a continuación.

Equipo y Maquinaria

- Excavadora 349D 2L

La empresa tiene una excavadora, esta se muestra en la siguiente imagen y se encuentra a tiempo completo para extracción del material del río, así como para cualquier necesidad en la planta.



Figura 4. Excavadora 349D 2L marca Caterpillar
Fuente. Fotografía tomada el 01/03/2019

- 2 vagonetas articuladas 740B

La empresa cuenta con dos vagonetas articuladas para transportar el material extraído del río hasta un stock ubicado cercano al quebrador primario, así como para realizar los diferentes movimientos de material en la planta; sin embargo, en la mayor parte del desarrollo de este proyecto, una vagoneta se encontró en mal estado.



Figura 5. Vagoneta articulada 740B marca Caterpillar
Fuente. Fotografía tomada el 01/03/2019

- 2 cargadores 966 L

En la planta permanecen dos cargadores también a tiempo completo, uno de ellos se encarga de abastecer el quebrador primario de material, mientras que el otro se encarga de llenar las vagonetas que salen de la planta con material. Sin embargo, algunas veces estos tienen otras funciones como mezclar diferentes agregados para producir bases o subbases, alimentar el quebrador secundario, así como desplazar equipo cuando hay cambio o reparación de este.



Figura 6. Cargador 966L marca Caterpillar
Fuente. Fotografía tomada el 01/03/2019

- Trituradores

En la planta se trabaja con 3 máquinas trituradoras del material, la primaria, es un triturador de mandíbula modelo AMI/ Gator 3042 crusher, una vez que el material es procesado por dicho triturador llega a un stock; ahora, por medio de un alimentador y una banda transportadora se dirige al triturador secundario el cual es un Symons crusher 4¼; por último, el material se dirige al cono triturador terciario, este es un Nordberg HP200 y con este se cierra el proceso de trituración.



Figura 7. Triturador AMI/Gator 30 x 42
Fuente. Aggregate Manufacturing International



Figura 8. Cono triturador Symons 4 ¼
Fuente. Alibaba.com



Figura 9. Cono triturador HP200
Fuente. Crushers Plus

- Alimentadores

La planta cuenta con 2 alimentadores, uno alimenta al triturador primario, mientras que el otro mantiene con material al triturador secundario. Es importante mencionar que el material que cae en el triturador terciario no necesita de alimentador ya que lo dirige directamente una banda transportadora.



Figura 10. Alimentador vibratorio (Fedeer)
Fuente. Gender Budgets

- Cribas de separación

Se cuenta con 3 cribas de separación de los agregados, una separa la arena, el huevillo y la papilla, otra separa la piedra cuarta del material menor a esta (quinta y polvo de piedra). Por último, existe otra criba que separa el polvo de piedra de la piedra quintilla, en el caso de la criba mencionada en primer lugar, la separación se realiza con ayuda de agua con el fin de separar la arena del material más fino.



Figura 11. Criba de separación de piedra quintilla y polvo de piedra
Fuente. Fotografía tomada el 01/03/2019

- *Conveyors* (Bandas transportadoras)

La planta cuenta con 13 *conveyors*, así se le llama al conjunto de piezas y materiales que permiten transportar el material de un lugar a otro. Estos transportan el material hacia los trituradores, hacia las cribas de separación y hacia los *stocks* de cada material.



Figura 12. *Conveyors que transportan el material hacia los stocks de piedra quintilla y polvo de piedra.*
Fuente. Fotografía tomada el 01/02/2019

- Generador

El abastecimiento eléctrico de la planta se da por medio de un generador, con el fin de que no se detenga la producción por averías de la empresa que proporciona electricidad en la zona, además por cortes del servicio en ciertos horarios del día por la alta demanda.



Figura 13. *Planta eléctrica*
Fuente. Fotografía tomada el 13/03/2019

Personal

En la planta Santa Clara laboran 14 personas, todas estas con una labor específica. A continuación, se menciona cada puesto con sus respectivas responsabilidades:

Ingeniero encargado de la planta

El ingeniero a cargo debe suministrar a la planta el equipo y los elementos necesarios para que la producción sea constante; además, es el encargado de decidir el proceder ante cualquier situación de daño de maquinaria o de elementos del quebrador (muelas quebradoras, planta eléctrica, entre otros), así como de suministrar los elementos de seguridad necesarios.

Encargado

El encargado es el que mantiene la planta en el correcto funcionamiento, indicándole a cada trabajador las funciones del día a día, coordina con el ingeniero el faltante de equipo o daño de alguna pieza, se encarga de indicarle al operario de la excavadora el lugar de extracción de material, así como de delegar las diferentes actividades de los operarios de los quebradores y de los cargadores.

Secretario

Este se encarga de la facturación de todo el material que sale de la planta, por otro lado, les indica a los operadores de los cargadores el material a cargar en las vagonetas, además, lleva un control del material que sale de la planta.

Operador de excavadora

Se encarga de operar la excavadora extrayendo material del río, según le especifique el encargado, y colocándolo en las vagonetas articuladas, así como de ayudar en la planta cuando sea necesario, por ejemplo, al colocar un repuesto de un peso considerable.

Operador de vagoneta articulada (2 personas)

Se encargan de manejar la vagoneta y llevar el material extraído del río hasta un *stock* de material cercano al quebrador primario, así como del movimiento de material que se necesite realizar dentro de la planta.

Operador de quebrador primario

Se encarga de vigilar el estado del material (granulometría), así como de controlar la rapidez del transporte del material hacia las cribas, ya que según las condiciones climáticas dicha velocidad varía, todo esto controlando los diferentes interruptores de las bandas transportadoras, la electricidad de los motores, alimentador, entre otros.

Peón de quebrador primario

Su labor es la de mantener aseado el lugar de trabajo y darle asistencia al operador.

Operador de quebrador secundario y terciario

Presenta funciones muy similares al operador del quebrador primario, vigilando la granulometría del material, así como controlando las bandas transportadoras y el equipo eléctrico.

Peón de quebrador secundario y terciario

Mantiene el aseo en el lugar de trabajo y da asistencia al operador.

Operador de cargador (2 personas)

Estos operadores realizan lo que les indique el encargado de la planta, realizando funciones como la constante alimentación del quebrador primario

con el material que las vagonetas articuladas transportan, la carga de las vagonetas que salen con material de la planta, mezclar material para obtener bases o subbases, alimentar el quebrador secundario, transportar equipo o elementos que hay que cambiar, entre otras actividades.

Soldador

Solucionar cualquier eventualidad de daños en los diferentes equipos del quebrador, así como en la maquinaria.

Guarda de seguridad

La planta cuenta con un guarda de seguridad para el horario nocturno.

Insumos

Herramientas e insumos varios de ferretería

Para el correcto funcionamiento de la planta se necesitan diferentes insumos para darle mantenimiento a las máquinas, equipo de seguridad, herramientas para aseo (palas, rastrillos), entre otros.

Materiales y gastos varios de oficina, comedor y baño

Otro de los gastos de la planta son todos los materiales necesarios en la oficina, papel, grapadora, lapiceros, tinta para la impresora, entre otros. Además, de algunos insumos para el comedor y baño, como lo son, el jabón y el papel higiénico.

Pago de electricidad

A pesar de que la planta cuenta con un generador, también cuenta con electricidad proporcionada por la empresa que brinda electricidad en la zona, esto

para el sector de la oficina, comedor, taller y las luces de la planta en general.

Listas de verificación

Se elaboraron tres tipos de listas de verificación, la primera es para comprobar el cumplimiento de los parámetros legales de explotación de material de río, según lo establecido en el código de Minería, con esta fue posible comprobar si los aspectos que esta normativa indica se cumplen o no en la planta.

Por otro lado, se tienen listas para verificar si el material cumple con lo establecido en las normas ASTM y el CR-2010, estas son utilizables

en el momento en que el laboratorio emita un informe de los ensayos realizados al agregado, los cuales son coordinados con el ingeniero a cargo de la planta.

En el caso de estos dos últimos tipos de listas se elaboraron dos para cada una de las normativas, indicando en la primera las características de la arena y de la piedra cuartilla, mientras que en la segunda se indica el polvo de piedra y la piedra quintilla.

De esta manera, se obtiene un total de cinco listas de verificación que se muestran a continuación.

Cuadro 9. Lista de verificación (Código de Minería)

Cumplimiento de normativa del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío			
Aspecto	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Obligaciones del concesionario según Código de Minería y su Reglamento			
Reglamento de seguridad aprobado por el MTSS		✓	Se coordinó con el Ingeniero en Seguridad la elaboración de un plan de seguridad para la planta
Presentación de informe anual de labores (último día hábil del mes de noviembre)		✓	Los informes sí se presentan, sin embargo, hay atrasos en las fechas de entrega
Plano a escala de los trabajos superficiales y subterráneos	✓		
Presencia de Bitácora del Colegio de Geólogos de Costa Rica	✓		
Diario de los trabajos con los hechos importantes ocurridos, particularmente accidentes de trabajo		✓	Se coordinó la compra de un diario que permita registrar los hechos mencionados
Registro del personal empleado		✓	Se desarrolló, dentro de este proyecto, un registro del personal empleado
Registro de producción, venta, almacenamiento y exportación de las sustancias extraídas	✓		Sí se cuenta con un registro, sin embargo, no se desarrolla de la mejor manera
Pago de derechos establecidos por ley (Canon)	✓		Este pago se realiza en los primeros días de cada año
Vigencia de contrato con geólogo o ingeniero regente en minas	✓		
Exploración racional y efectivamente la concesión de acuerdo con el plan de explotación aprobado	✓		
Presencia en el sitio de la copia certificada de la resolución de otorgamiento de la concesión		✓	Se coordinó con el Ingeniero a cargo de la planta, la presencia de la copia en la oficina la planta
Mantenimiento de operaciones de extracción sin interrumpir, no mayor a seis meses	✓		
Otros aspectos por considerar			
Extracción de material en una longitud de no más de 2 km según artículo 18 del Reglamento al Código de Minería	✓		
Pago a la Municipalidad del 30% del total de impuestos de ventas reportados	✓		

Cuadro 10. Lista de verificación (Normas ASTM)

Cumplimiento de normativa del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío

Material: Polvo de piedra y piedra quintilla

Aspecto	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Requerimientos establecidos en las normas ASTM para agregado fino			
Agregado fino cumple con un color más claro que el color estándar en la prueba de impurezas orgánicas (ASTM-C40 y ASTM C-33)	✓		
Cumplimiento del agregado fino con la granulometría especificada en la tabla 1 de la norma ASTM C-33		✓	Los porcentajes que pasan los últimos 3 tamices no cumplen con los especificado.
El agregado fino no debe tener más de 45% pasando el tamiz o retenido en el siguiente, de los tamices No. 50 y No. 100 (ASTM C-33)	✓		
Módulo de finura comprendido entre 2.3 y 3.1 (ASTM C-33)	✓		
En la prueba de solidez cuando el agregado fino es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 10% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 15% si se utiliza sulfato de magnesio	✓		
Requerimientos establecidos en las normas ASTM para agregado grueso			
Cumplimiento del agregado grueso con la granulometría especificada en la tabla 3 de la norma ASTM C-33		✓	El tamiz de 3/8" no cumple con lo especificado
La prueba de desgaste por abrasión no debe de resultar mayor a 50%	✓		
Finos que pasan la malla No. 200 no deben de ser mayor al 1%	-	-	No se especifica en el ensayo
En la prueba de solidez cuando el agregado grueso es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 12% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 18% si se utiliza sulfato de magnesio	-	-	No se especifica en el ensayo

Cuadro 11. Lista de verificación (Normas ASTM)

Cumplimiento de normativa del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío

Material: Arena y piedra cuartilla

Aspecto	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Requerimientos establecidos en las normas ASTM para agregado fino			
Agregado fino cumple con un color más claro que el color estándar en la prueba de impurezas orgánicas (ASTM-C40 y ASTM C-33)	-	-	No hay presencia en la base de datos de la empresa de ensayos realizados a la arena
Cumplimiento del agregado fino con la granulometría especificada en la tabla 1 de la norma ASTM C-33	-	-	
El agregado fino no debe tener más de 45% pasando el tamiz o retenido en el siguiente, de los tamices No. 50 y No. 100 (ASTM C-33)	-	-	
Módulo de finura comprendido entre 2.3 y 3.1 (ASTM C-33)	-	-	
En la prueba de solidez cuando el agregado fino es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 10% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 15% si se utiliza sulfato de magnesio	-	-	
Requerimientos establecidos en las normas ASTM para agregado grueso			
Cumplimiento del agregado grueso con la granulometría especificada en la tabla 3 de la norma ASTM C-33	✓		
La prueba de desgaste por abrasión debe de resultar mayor a 50%	✓		
Finos que pasan la malla No. 200 no deben de ser mayor al 1%	✓		
En la prueba de solidez cuando el agregado grueso es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 12% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 18% si se utiliza sulfato de magnesio	✓		

Cuadro 12. Lista de verificación (CR-2010)

Cumplimiento de normativa del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío

Material: Polvo de piedra y piedra quintilla

Aspecto	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Requerimientos del CR-2010 para agregados finos			
Cumplimiento de granulometría según tabla 1 de la norma AASHTO M-6		✓	Los porcentajes que pasan los últimos 3 tamices no cumplen con los especificado.
Material cumple con un color más claro que el color estándar en la prueba de impurezas orgánicas	✓		
En la prueba de solidez cuando el agregado fino es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 10% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 15% si se utiliza sulfato de magnesio	✓		
Módulo de finura comprendido entre 2.3 y 3.1	✓		
Material que pasa la malla número 200 representa máximo un 3%		✓	Este representa un 15%
Equivalente de arena mínimo de 75%		✓	Se indica un 65% en esta característica
Requerimientos del CR-2010 para agregados gruesos			
Prueba de desgaste por abrasión de máximo 40%	✓		
En la prueba de solidez cuando el agregado grueso es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 12% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 18% si se utiliza sulfato de magnesio	-	-	No se especifica en el ensayo
Finos que pasan la malla No. 200 no deben de ser mayor al 1%	-	-	No se especifica en el ensayo
Cumplimiento con la granulometría indicada en la tabla 1 de la especificación AASHTO M-43		✓	El tamiz de 3/8" no cumple con lo especificado

Cuadro 13. Lista de verificación (CR-2010)

Cumplimiento de normativa del proceso de extracción y producción de agregados en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío

Material: Arena y piedra cuartilla

Aspecto	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Requerimientos del CR-2010 para agregados finos			
Cumplimiento de granulometría según tabla 1 de la norma AASHTO M-6	-	-	No hay presencia en la base de datos de la empresa de ensayos realizados a la arena
Material cumple con un color más claro que el color estándar en la prueba de impurezas orgánicas	-	-	
En la prueba de solidez cuando el agregado fino es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 10% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 15% si se utiliza sulfato de magnesio	-	-	
Módulo de finura comprendido entre 2.3 y 3.1	-	-	
Material que pasa la malla número 200 representa máximo un 3%	-	-	
Equivalente de arena mínimo de 75%	-	-	
Requerimientos del CR-2010 para agregados gruesos			
Prueba de desgaste por abrasión de máximo 40%	✓		
En la prueba de solidez cuando el agregado grueso es sometido a 5 ciclos, la pérdida no debe ser superior al 12% si se utiliza sulfato de sodio, ni superior a 18% si se utiliza sulfato de magnesio	✓		
Finos que pasan la malla No. 200 no deben de ser mayor al 1%	✓		
Cumplimiento con la granulometría indicada en la tabla 1 de la especificación AASHTO M-43	✓		

Estudio de la norma ISO 9001:2015

Dentro de los objetivos de este proyecto se debe abarcar el estudio de la norma ISO 9001:2015, por lo que se mencionan los requisitos y procedimientos para certificarse con un sistema de gestión de calidad; seguidamente se abarca cada uno de los apartados mencionados en esta norma y se desarrollan adaptándolos al proceso que nos interesa.

Alcance del sistema de gestión

Se vuelve necesario, según lo indicado en la norma ISO 9001, definir el alcance del sistema de gestión de la calidad, estableciendo los límites y la aplicabilidad del sistema.

Para efectos de este proyecto, se delimita el proceso de extracción y producción de agregados, comenzando con la extracción del material del Río Sucio, siguiendo con el proceso de trituración y separación del material, hasta que los agregados se encuentran apilados, incluyendo los siguientes materiales: piedra gajo, piedra huevillo, piedra papilla, piedra cuartilla, piedra quintilla, polvo de piedra y arena de río lavada; los cuatro últimos son los de mayor comercialización.

Seguidamente, se abarcará y profundizarán en requisitos y procedimientos que se indican en la norma ISO/9001:2015.

Es importante definir los intereses, requisitos y cuestiones de los elementos externos e internos que influyen en el sistema de gestión de la calidad del proceso de extracción y producción de agregados. Como elementos internos se tienen a los trabajadores, la materia prima, el equipo y la maquinaria, así como los intereses de los inversionistas.

Por otro lado, entre los elementos externos, se encuentran los proveedores de equipo y suministros de mantenimiento, los clientes, el Estado como adjudicador de la

concesión de extracción de material, así como la comunidad donde se ubica el quebrador.

Intereses externos

Proveedores: Se identificaron los principales proveedores de la planta los cuales son MATRA y HART EQUIPMENT S.A., estos son los que suministran el equipo necesario para el correcto funcionamiento del quebrador, como los son las muelas de trituración, las mallas ubicadas en las cribas de separación, los *conveyors* (sistema de transporte de los agregados). Además de proveer los repuestos necesarios para el buen funcionamiento de la maquinaria, el interés de estos se basa en que la planta presente un constante funcionamiento, para que haya desgaste en los equipos y la maquinaria.

Clientes: Se identificaron las características que el cliente requiere para los productos ofrecidos (agregados), los cuales deben de ser de buena calidad, deben cumplir con la normativa nacional y deben cumplir con los requerimientos de su necesidad.

Comunidad: Tomando en cuenta las visitas realizadas a la planta y la interacción con los trabajadores que son pertenecientes a la comunidad donde se ubica la planta, se logran observar los intereses que esta presenta con la ubicación de la planta, el más importante es la generación de empleo que esta presenta, así como el crecimiento comercial que se mantiene en la zona. Sin embargo, hay aspectos que no son positivos para el confort de la comunidad, como los son el ruido provocado, el polvo, entre otros, aunque estos no son una problemática común en la planta, debido a la lejanía con las casas de la comunidad.

Estado: En cuanto a los requerimientos del Estado, por medio de la Dirección de Geología y

Minas, este debe supervisar que el quebrador y la extracción de materiales se realice conforme a la normativa vigente, la cual es establecida en el Código de Minería y su Reglamento.

Intereses internos

Trabajadores: También con la interacción con los trabajadores, se observaron las necesidades e intereses de estos, los cuales requieren que se les brinde la seguridad necesaria para el mantenimiento de la integridad física y mental, que se les mantengan las garantías y facilidades descritas en el Código de Trabajo y el cumplimiento con los salarios determinados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, así como un ambiente de trabajo confortable.

Inversionistas: Se observó que dentro de los intereses de los dueños de la empresa es que se necesita garantizar un regular y correcto funcionamiento de la planta con el fin de generar utilidades; además, velar por el cuidado y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Maquinaria y equipo: Para el correcto funcionamiento de la planta se identificó que es importante que haya un plan de mantenimiento de la maquinaria y el equipo, con el fin de evitar tiempos de espera por daño de este, además de asegurar que el equipo necesario para el funcionamiento de la planta no haya terminado su vida útil, garantizando un producto de calidad.

Materia prima: Los recursos utilizados son extraídos del río siguiendo un plan de explotación determinado por un geólogo, el cual se debe de

continuar implementando para garantizar que no se provoque daño al ambiente.

Procesos en el Sistema de Gestión de la Calidad

Entradas y Salidas del proceso

En el proceso de producción y extracción de agregados se tiene como elemento de entrada (materia prima) el material extraído del río. Este consta de arena y piedra de diferentes tamaños. Por otro lado, como salidas del proceso se tienen los diferentes agregados que se comercializan, los cuales se mencionan a continuación: Arena de río lavada, piedra cuartilla, piedra quintilla y polvo de piedra.

Secuencia e interacción de los procesos

Se vuelve necesaria la elaboración de diagramas que involucren el procedimiento del proceso, dividido en dos procesos diferentes, el primero consta de la extracción del material del río por parte de la excavadora y el acarreo de este hasta el quebrador; el otro proceso es el de producción de los diferentes agregados a comercializar, dichos diagramas se logran observar en las figuras 14 y 15

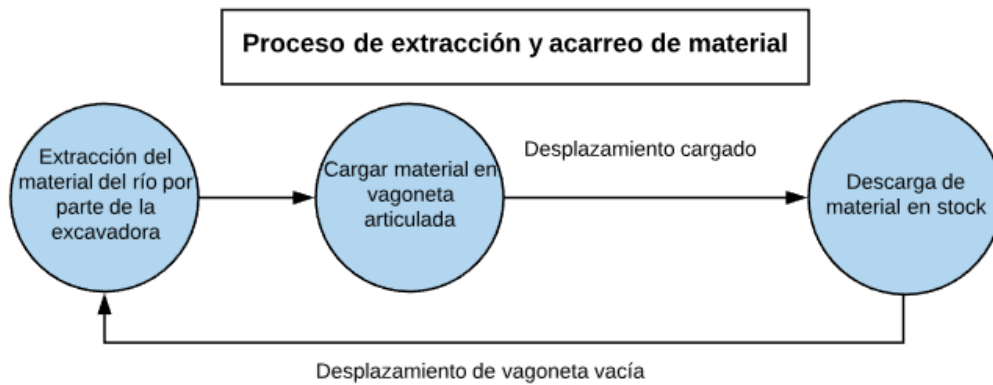


Figura 14. Diagrama del proceso de extracción y acarreo de material
Fuente. Elaboración propia

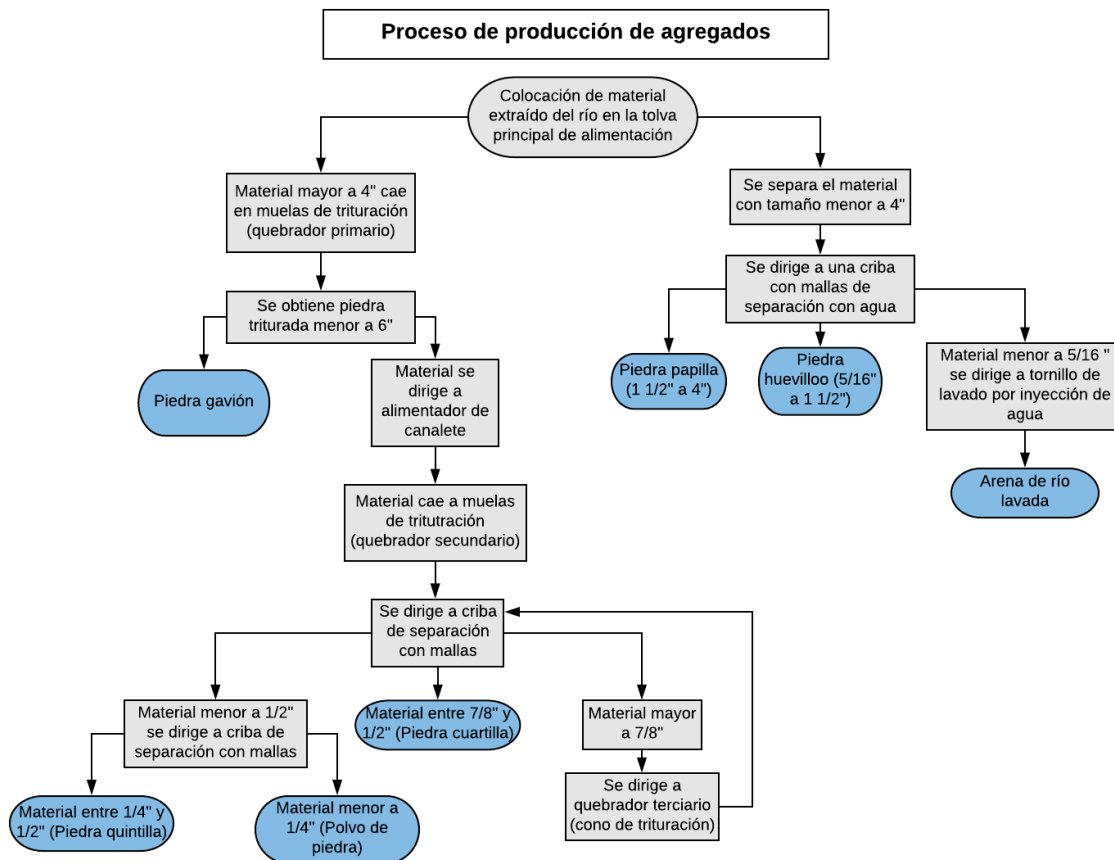


Figura 15. Diagrama del proceso de producción de los agregados
Fuente. Elaboración propia

Medición para control del proceso

Para el debido control y seguimiento del proceso se hace necesario registrar la cantidad de producción generada, mediante el cálculo del rendimiento de la maquinaria y la producción y así, calcular la productividad con la que se lleva a cabo el proceso de producción. Dichos rendimientos se abarcan en un apartado de este proyecto; la empresa registra la producción según la salida del material de la planta, sin embargo, con el cálculo de los rendimientos y del tiempo de funcionamiento diario se logra obtener la producción de una manera más detallada.

Recursos necesarios

Es claro que el recurso más importante para la producción de agregados es el material que se extrae del río. Con una buena planificación de extracción, adaptándose a lo estipulado por el geólogo, es posible que siempre haya material disponible.

Por otro lado, hay recursos de los cuales se deben revisar su disponibilidad, estos son el equipo y los repuestos propios del buen

funcionamiento de la planta y de la maquinaria, con el fin de que no se detenga la producción por la falta de estos, para ello se hace necesario un plan de mantenimiento, del cual la planta carece actualmente. También se encuentra el personal que labora en la planta, así como los diferentes materiales e insumos de uso diario, necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.

El tema de los recursos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta también se registra en un apartado de este proyecto.

Responsabilidades y autoridades del proceso

La planta cuenta con un encargado permanente el cual se encarga de delegar las funciones del día a día, también hay un ingeniero a cargo que no se encuentra permanente en la planta, pero si está pendiente del funcionamiento de esta.

Para la implementación de un sistema de gestión de la calidad se deben delegar las funciones para garantizar que las políticas y objetivos de calidad se estén respetando y, por ende, que el sistema de gestión cumpla con los requisitos de la norma ISO 9001. Seguidamente se presenta el organigrama de la Planta Santa Clara.

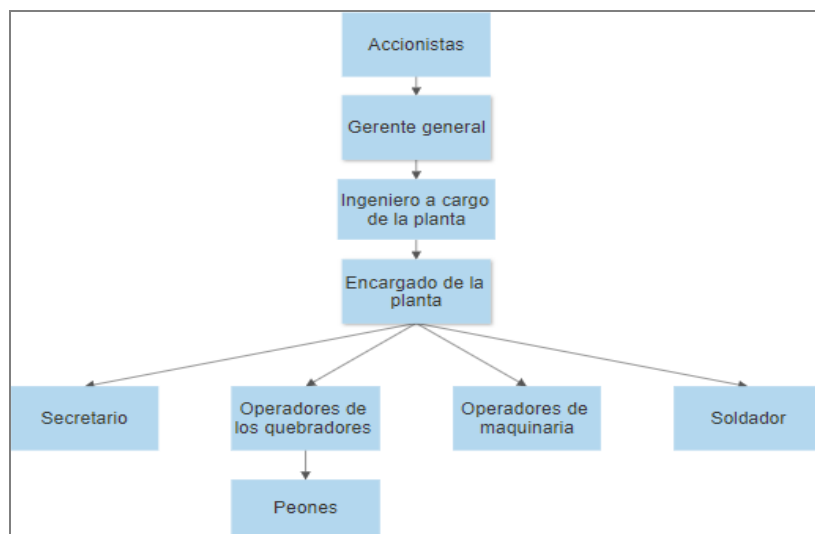


Figura 16. Organigrama de la planta Santa Clara

Fuente. Elaboración propia

Política de calidad

La empresa debe de contar con una política de calidad la cual debe de ser una declaración documentada de la intención y el compromiso con el sistema de gestión de calidad, garantizando que el enfoque que se le da al proceso certifica siempre la calidad necesaria para la satisfacción del cliente, así como el compromiso de la mejora continua del proceso. Dicha política debe de ser comunicada a los trabajadores de la empresa, a los proveedores y clientes, así como a cualquier parte interesada, ya sea en el ámbito interno o externo. Es importante mencionar que actualmente la empresa carece de un documento de esta naturaleza.

Objetivos de calidad

Este documento actualmente no existe en la empresa, por lo que es importante que la empresa establezca los objetivos de calidad y que estos estén relacionados con la política de calidad definida. Asimismo, deben de estar documentados y ser medibles, además deben garantizar la satisfacción del cliente por el producto, así como deben de comunicarse a las personas interesadas, darles seguimiento y actualización.

A la hora de establecer los objetivos de calidad se debe tener en cuenta lo que se va a ejecutar, los recursos necesarios, los responsables, la fecha de finalización de un objetivo, así como la forma de evaluar los resultados.

Apoyo por parte de la empresa

La empresa debe proporcionar los recursos necesarios para garantizar que se establezca, implemente, se mantenga y se mejore el sistema de gestión de calidad. Dentro de dichos recursos se incluyen el personal, la infraestructura, un

ambiente social, psicológico y físico adecuado para la correcta operación del proceso de producción, los recursos de seguimiento y medición que garanticen la conformidad de los productos (con el fin de determinar las mediciones a realizar para proporcionar confianza y validez a los resultados y garantizar que la empresa cuente con los conocimientos necesarios para el correcto funcionamiento del proceso).

La empresa, además, debe garantizar el correcto desempeño de las personas que se encuentran involucradas en el proceso y que presenten la capacidad necesaria para desempeñarse en su puesto de trabajo, facilitando la formación necesaria en caso de ser necesario.

La empresa debe garantizar que los trabajadores se comprometan con el sistema de gestión de la calidad, con sus políticas y objetivos, además, debe procurar que se establezca una correcta comunicación entre interesados en el sistema (intereses externos e internos).

Es necesario que todo lo mencionado en este apartado se encuentre documentado, con su debido formato, correcta descripción e identificación, además de que dicha documentación esté disponible en el momento de ser requerida por cualquiera de los interesados y debe contar con su apropiada protección.

Operación de la planta

Siguiendo con los requisitos que plantea la norma ISO 9001, se especifican a continuación los que son de operación del proceso de producción.

Planificación y control

Se deben determinar los requisitos propios del producto, establecer criterios para el proceso y para la aceptación del producto, la implementación de controles necesarios para cumplir dichos criterios, documentando dicha información para garantizar que se realicen los procedimientos

según lo planificado y así demostrar la conformidad con los requisitos.

Requisitos para los productos

Se le debe proporcionar, de la mejor manera, la información de los productos al cliente, atender sus dudas o consultas, así como aceptar las recomendaciones o retroalimentaciones que este pueda manifestar hacia el producto.

En cuanto a los requisitos del producto, se debe asegurar la definición, el cumplimiento y la revisión de estos, incluyendo los que el cliente determina, los especificados por la empresa, así como los requisitos legales y reglamentarios de los productos ofrecidos. Además, la empresa debe garantizar la resolución de diferencias en el caso en que los pedidos realizados por el cliente no cumplan las expectativas de este, se deben documentar los resultados de las revisiones pertinentes, así como cuando exista un nuevo requisito o cuando se apliquen cambios a estos.

Diseño y desarrollo de los productos

La empresa debe de documentar la planificación del diseño y desarrollo de la elaboración de los productos, así como las entradas a realizar, los controles debidos al proceso y las salidas obtenidas, Además, es importante mencionar que la empresa debe de garantizarse el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios, así como de las diferentes normas y códigos, esto tanto para las entradas y salidas del producto, como para los controles pertinentes al proceso.

Control de los productos obtenidos externamente

La empresa debe de asegurarse de que los productos suministrados externamente (equipo, repuestos, maquinaria, entre otros), cumplen con

los requisitos pertinentes y presentan la calidad que la empresa ha estimado como la óptima para garantizar la elaboración de un buen producto. Se debe asegurar la evaluación, selección y seguimiento del desempeño de lo suministrado y se debe verificar que dichos requisitos sean comunicados a los proveedores.

Producción y provisión del proceso

La empresa debe garantizar el debido control al proceso de producción, determinando aspectos como las características de los productos finales, la disponibilidad e implementación de los recursos de seguimiento y medición. Por otro lado, debe identificar el estado de las salidas, garantizando el cumplimiento de las normas pertinentes y las solicitudes del cliente. Además, se debe considerar lo establecido después de la entrega y las inconformidades mencionadas por el cliente, tomando en cuenta sus requisitos y la retroalimentación brindada.

Control de las salidas no conformes

La empresa debe identificar los productos que no son conformes con los diferentes requisitos, tomando las acciones necesarias para tratarlas de diferentes maneras, ya sea corrigiendo el error, separando el producto, suspendiendo la provisión de este o informándole al cliente, todo lo anterior debe quedar documentado con el fin de garantizar el seguimiento de las disconformidades.

Evaluación del desempeño

La empresa debe determinar los métodos de seguimiento y medición del proceso necesarios para garantizar los resultados previstos. Por otro lado, debe de identificar cuáles son las percepciones del cliente hacia la provisión del

producto y analizar y evaluar toda la información obtenida.

Debe también de realizar auditorías internas con fechas definidas para informar sobre el funcionamiento del sistema de gestión de la calidad, con el fin de tomar las diferentes acciones correctivas ante las posibles disconformidades o carencias en el sistema. Además de las auditorías, la alta dirección debe revisar el desempeño y eficacia del sistema. Una vez revisado el sistema por parte de la alta dirección, esta debe establecer las acciones o decisiones tomadas para la mejora del sistema.

En la siguiente tabla se logran observar los resultados obtenidos del diagnóstico realizado. En esta se indican los porcentajes de implementación para cada apartado de la norma, así como las acciones por realizar, un promedio de los porcentajes y una calificación global de la gestión de calidad existente actualmente en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío.

En el apartado de anexos se demuestra el desarrollo de este diagnóstico con la puntuación dada en cada uno de los apartados que especifica la norma.

Diagnóstico de la norma ISO 9001:2015

Cuadro 14. Resultados de la gestión en calidad		
Apartado de la norma	% obtenido de implementación	Acciones por realizar
4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	20%	IMPLEMENTAR
5. LIDERAZGO	18%	IMPLEMENTAR
6. PLANIFICACIÓN	6%	IMPLEMENTAR
7. APOYO	20%	IMPLEMENTAR
8. OPERACIÓN	39%	IMPLEMENTAR
9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	25%	IMPLEMENTAR
10. MEJORA	27%	IMPLEMENTAR
TOTAL DEL RESULTADO DE LA IMPLEMENTACION	22%	
Calificación global en la Gestión de Calidad	BAJO	

Acciones por realizar

El cuadro 14 nos muestra un resumen de los resultados de la gestión en calidad del diagnóstico realizado. Debido a un porcentaje menor al 50% en todos los apartados de la norma, se determina que cada uno de estos apartados debe ser implementado. En la sección de anexos se

encuentran todos los aspectos que dicho diagnóstico analiza y, además, en el apartado anterior de este documento (Estudio de la norma ISO 9001:2015) se detallan las acciones y aspectos a tomar en cuenta por parte de la organización para el cumplimiento del sistema.

Documentación requerida por INTECO

Anteriormente se estudió y se interpretó la norma INTE/ISO 9001:2015 con el fin de identificar los requisitos necesarios para poder optar por un certificado de gestión de la calidad, sin embargo, en caso de querer optar por dicho certificado, es necesario respetar la tramitología pertinente, seguidamente se especificará el procedimiento a seguir solicitado por el ente evaluador escogido (INTECO)

1. Cuando la empresa muestra interés en la obtención del certificado, INTECO le proporciona toda la información, además le solita a la empresa la información de la misma, esto por medio del RS-SE-30 "Cuestionario de evaluación preliminar", en dicho cuestionario la empresa proporciona información general de la empresa, información del negocio al que se dedica, información del centro de trabajo que se quiere certificar, información sobre el certificado que interesa obtener, información del estado de la certificación, entre otros, todo esto con el fin de que el instituto pueda generar una cotización.
2. INTECO entrega a la empresa la cotización por medio uno de los siguientes formularios, ya sea RS-SE-43 "Oferta de servicios de auditoría de sistemas de gestión" o RS-SE-64 "Propuesta Técnico Comercial".
3. Si la empresa está conforme con lo estipulado en la cotización mencionada anteriormente, se le pide completar el documento RS-SE-47 "Acuerdo para el proceso de certificación" y así iniciar el proceso de certificación.
4. Visita previa: Un funcionario de INTECO visita la empresa, en este caso la Planta Santa Clara, con el fin de tener un primer

acercamiento, indicarle los requisitos a cumplir e informarse del grado de cumplimiento de estos.

5. Una vez que el instituto recibe el documento de acuerdo (RS-SE-47), se continúa con la apertura del expediente.
6. El paso siguiente es la recepción por parte de la empresa del documento llamado RS-SE-54 "Carta de apertura" indicando la apertura del expediente, indicando número de este, el técnico encargado, así como la fecha estipulada por ambas partes en la que se dará inicio el proceso de certificación.
7. INTECO revisará toda la documentación con la que cuenta la empresa para comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas de aplicación y se le entregará a la empresa un informe del análisis documental realizado.
8. Pre-auditoría: En este punto del proceso, el instituto evalúa el grado de cumplimiento de las normas aplicables. El informe brindado forma parte del proceso de evaluación, por lo que se revisarán las acciones tomadas por la empresa en la auditoría inicial.
9. Auditoría del sistema de gestión: INTECO le envía a la organización el documento RS-SE-32 "Plan de auditoría al sistema de gestión" en este se indican las fechas de la auditoría, el equipo auditor, lugar de la auditoría, así como su alcance. El equipo auditor comprobará en sitio y si el sistema de gestión descrito en los manuales y la respectiva documentación se encuentra efectivamente implementado, de acuerdo con las normas aplicables.
10. Los resultados de la auditoría inicial se le harán saber a la empresa por medio del

RS-SE-38 “Informe de auditoría”, en el que se indican las discrepancias detectadas.

11. La empresa debe presentar al instituto un *Plan de acciones correctivas*, este debe incluir las acciones necesarias para corregir las discrepancias detectadas, debe indicar la discrepancia, la causa que produjo dicha discrepancia, las acciones correctivas, el plazo de

implementación, el responsable y la evidencia de ejecución.

12. El paso para seguir es el informe elaborado por INTECO, por medio del IT-SE-14 “Instructivo para la evaluación, decisión y formalización de los procesos de evaluación de la conformidad”.

13. La decisión tomada por INTECO puede ser limitada a los criterios descritos en la siguiente figura.

Otorgar	Mantener	Ampliar alcance	Renovar	Apercibimiento
Otorgar con Aud. Ext.		Ampliar alcance con Aud. Ext.	Renovar con Aud. Ext.	Suspensión
No Otorgar con Aud. Ext.	Mantener con Aud. Ext.	Reducir alcance	No Renovar con Aud. Ext.	Retirada
No otorgar		Reducir alcance con Aud. Ext.	No Renovar	Levantamiento de la suspensión

Figura 17. Criterios de decisión por parte de INTECO

Fuente. Norma INTE/ISO 9001:2015

14. Este punto no siempre se da en el procedimiento de obtención del certificado, ya que es una auditoría extraordinaria en caso de que al *Plan de acciones correctivas* haya que darle un seguimiento más estricto.

15. Concesión del certificado: Una vez aprobado el *Plan de acciones correctivas* por parte de la Comisión de certificación y la persona encargada, se procede a otorgar la certificación.

16. Auditoría de seguimiento: INTECO realizará dos auditorías de seguimiento en el periodo de validez del certificado, con el fin de que se mantengan las condiciones que dieron lugar al otorgamiento del certificado.

17. Auditoría de renovación: De 4 a 5 meses antes de vencer la validez del certificado, se efectuará una auditoría completa para verificar los requisitos de cumplimiento y proceder con la renovación.

Análisis de los resultados

Rendimiento y productividad

Este apartado se desarrolla debido a la necesidad de conocer el proceso de operación de la planta, los recursos utilizados en el proceso, así como la productividad con la que se realizan las actividades.

Para lo anterior fue necesaria la medición de rendimientos de diferentes actividades involucradas en el proceso. En los cuadros 1, 2 y 3 se logra observar las mediciones obtenidas en la planta para la producción de los agregados, las cuales por razones de tiempo y de operación fueron 3 para cada agregado. En dichas tablas se expresan los resultados de rendimiento para los agregados piedra cuartilla, piedra quintilla y polvo de piedra, los cuales son de mayor comercialización por parte de Quebradores Río Frío, estos son de 38.12 m³/h para la piedra cuartilla, de 18.25 m³/h para la piedra quintilla, de 26.53 para el polvo de piedra.

Las mediciones se realizaron en diferentes días, con variantes en las condiciones climáticas, ya que el rendimiento se ve afectado por dichas condiciones. En un día lluvioso, por ejemplo, la alimentación de material en los trituradores por parte de las bandas transportadoras es más lenta debido a que la separación no es la adecuada en comparación a si se hiciese con la rapidez de un día soleado, esto debido a que las partículas más finas al mojarse tienden a obstruir los huecos de las mallas de clasificación, provocando contaminación de material más fino en uno de mayor tamaño.

En el cuadro 4 se visualizan los datos estadísticos de dichas mediciones, se observa poca variabilidad de los datos de la piedra cuartilla, esto se ve reflejado en los valores de

desviación estándar y coeficiente de variación, los cuales son relativamente bajos.

En este mismo cuadro se describen los datos estadísticos de la piedra quintilla y se observa que la primera medición varía un poco con respecto a las otras dos. Esto se debe a las condiciones climáticas mencionadas anteriormente, y se ve reflejado en la desviación estándar y el coeficiente de variación que son un poco mayores en comparación con la piedra cuartilla.

Por último, se observan dichos datos para el polvo de piedra, en este el valor del coeficiente de variación y desviación estándar aumenta en comparación con los otros dos agregados, esto debido a que uno de los datos varía considerablemente con los otros dos, esto se da también por las condiciones del clima ya mencionadas.

Para la actividad de extracción y acarreo del material desde el río hasta el *stock* ubicado en la planta, se logra observar en el cuadro 5 las mediciones de tiempo realizadas de los ciclos, divididos estos en el tiempo de carga y el tiempo de acarreo, con el fin de determinar el tiempo completo del ciclo, obteniendo un tiempo promedio de 13 minutos con 42 segundos, esto con 10 mediciones tomadas. Para obtener el rendimiento con el que se extrae y acarrea el material es necesario definir el volumen acarreado por viaje y en este caso, se definieron 18 metros cúbicos según diferentes factores como lo son el volumen de la pala de la excavadora y la cantidad de paladas agregadas a la vagoneta por ciclo, el volumen total de la vagoneta, y la experiencia del Ingeniero a cargo de la planta, ya con el tiempo y el volumen por ciclo se puede obtener el rendimiento en metros cúbico por hora, el cual dio como resultado 78.8.

Para estas mediciones también se tienen los datos estadísticos arrojados, los cuales se pueden visualizar en el cuadro 6. Para dicho cálculo primeramente se establecieron las

mediciones de los ciclos en minutos. Para una mejor interpretación de los datos, se tiene un valor de desviación estándar y de coeficiente de variación de 7.3 y 0.53 respectivamente, vemos que estos datos son altos y esto se debe a la gran variabilidad de la información tomada para los ciclos de extracción, carga y acarreo del material. Asimismo, dicha variabilidad se debe a diferentes factores como lo son el lugar de extracción, ya que el material se extrae a lo largo de un kilómetro de concesión, por lo que el tiempo de acarreo en las mediciones es cambiante, además, en algunos viajes, el *stock* de material de descarga era de mayor distancia en comparación con el normal, esto debido al tipo de material (mayor tamaño que el que se puede colocar en el triturador primario).

Para obtener los valores de rendimiento mencionados anteriormente se grabaron videos para la correcta determinación de los tiempos. Estos videos fueron de gran ayuda para el desarrollo de la técnica de medición de productividad utilizada en esta actividad. En el cuadro 7 se observan las tareas involucradas, así como los porcentajes para cada una de ellas, sin embargo, se logran visualizar de una mejor manera en el gráfico de la figura 3. En este se logra determinar que la vagoneta pasa la mayoría de su tiempo transportando el material (48%), y con un valor no muy lejano al anterior (42%) se encuentra esperando a ser cargada, por otra parte, la excavadora destina la mayor parte de su tiempo a extraer y cargar la vagoneta (45%), mientras que solamente extrayendo material un 43%, es importante mencionar que esta última tarea la realiza mientras la vagoneta se encuentra acarreado el material.

Las demás tareas son: ubicándose en posición de carga por parte de la vagoneta, ocioso por parte de la excavadora y ubicándose en posición de carga por parte de la excavadora, con porcentajes de 10%, 9% y 3% respectivamente.

Es importante mencionar que la empresa cuenta con otra vagoneta para realizar esta actividad, sin embargo, mientras se realizaron las mediciones, esta se encontraba en mal estado, por lo que es recomendable identificar el comportamiento cuando esta se encuentre en buen estado, ya que aumentaría significativamente los rendimientos.

Recursos

Se determinaron todos los recursos utilizados en la planta, divididos en tres tipos: primeramente, el equipo y maquinaria, después el personal que labora en la planta y por último los insumos necesarios para el correcto funcionamiento.

En cuanto a la maquinaria, se especifican en el apartado de resultados, el modelo de cada una de ellas, así como las funciones que realizan en la planta, contando con una excavadora, dos vagonetas articuladas y dos cargadores. Es importante mencionar que en la mayor parte del desarrollo de este proyecto una de las vagonetas se encontró en mal estado, lo cual genera una disminución en el rendimiento de la actividad de extracción y acarreo de material hasta la planta.

Es importante que la empresa cuente con un plan de mantenimiento que garantice que la maquinaria sea reparada en el menor tiempo posible.

En cuanto al resto del equipo con el que cuenta la planta, se indican también las funciones que cada uno de ellos tiene dentro del proceso de producción. Asimismo, es importante mencionar que todos presentan desgaste continuo, por lo que es necesario el plan de mantenimiento mencionado anteriormente para el correcto funcionamiento de este equipo.

Factores que afectan la productividad

Se desarrolló un cuadro con factores que afectan la productividad de la planta, la identificación de dicho factor en la planta, así como recomendaciones para posibles soluciones.

Las condiciones de trabajo son de suma importancia para que el trabajador se sienta cómodo con su labor, con condiciones que no atenten contra su salud física o emocional.

Para lo anterior se realizaron algunas recomendaciones, como lo son el acondicionarse con la ropa adecuada y utilizar bloqueador solar. En cuanto a la ropa que se debe utilizar, el ingeniero en seguridad laboral se encuentra tramitando un uniforme que cumpla con las condiciones mencionadas.

Por otro lado, se le recomendó al ingeniero a cargo de la planta comprar

mascarillas que garanticen la comodidad y protección del trabajador, así como un filtro de agua potable debido a la inexistencia de esta en la planta.

En cuanto a las habilidades de los trabajadores es importante mencionar que el conocimiento de estos es producto de la experiencia y no de capacitaciones, por lo que sería conveniente para la empresa invertir en mejorar dichas habilidades por medio de la formación de sus trabajadores.

La planta no cuenta con un plan de seguridad y mediante el desarrollo de este proyecto, se coordinó con el ingeniero en seguridad laboral sobre la implementación de un plan de este tipo, el cual ya se encuentra en desarrollo.

Otro de los factores que influyen en la productividad del proceso son los equipos utilizados, ya que al presentar estos un desgaste constante, es necesario que los implementos que se compran sean certificados.

Se determinó que la planta no cuenta con un plan de mantenimiento y se le recomendó al ingeniero la realización de uno de estos con el fin de garantizar la programación de las tareas preventivas y correctivas de la maquinaria y equipos, y así evitar largos tiempos en los que la producción se encuentra paralizada debido a la reparación o compra de un repuesto.

Otro aspecto importante son las condiciones ambientales, sin embargo, es un tema difícil de solucionar, ya que la planta se ubica en una zona con lluvias presentes en gran cantidad de días al año, por lo que se recomienda, en cuanto a la extracción de material del río, estar atentos ante una posible crecida del río. En cuanto al proceso de producción, se podrían construir techos que garanticen un material seco a través del proceso.

Listas de verificación

Con la elaboración de estos mecanismos de verificación se identificaron los aspectos legales de la explotación de material del río, esto mediante el Código de Minería.

En este código se establecen las obligaciones que tiene el concesionario. En este caso en lo que se refiere a los deberes en cuanto

a la explotación de material del cauce de dominio público.

Con la elaboración de esta tabla de verificación se identificaron algunos aspectos que es importante analizar; se identificó que no hay un reglamento de seguridad, por lo que se coordinó la elaboración de este por medio del ingeniero en seguridad laboral que tiene la empresa.

La empresa debe de presentar informes de labores anualmente a la Dirección de Geología y Minas, específicamente a finales del mes de noviembre. Sin embargo, normalmente la empresa se atrasa con dicho informe, por lo que se le comentó al ingeniero a cargo de coordinar con el geólogo sobre la importancia de generar estos informes a tiempo y así cumplir con lo establecido en el Código de Minería.

Dentro de las obligaciones establecidas se encuentra un plano a escala de los trabajos realizados, así como la presencia de la Bitácora del colegio de Geólogos de Costa Rica, estos sí se encuentran en la oficina de la planta.

En cuanto al diario con los hechos importantes, así como un registro del personal empleado, no existe ninguno de estos dos documentos, por lo que para el primero se coordinó la existencia de un libro en la oficina de la planta en el cual el encargado o el secretario dejen registrado lo que consideran importante como, accidentes, hechos relevantes, entre otros.

Por otro lado, el registro de personal empleado en la planta se desarrolla en uno de los apartados de este proyecto, ya que es importante que la empresa cuente con este registro en el que se especifiquen las funciones de cada uno de los trabajadores.

Además, se encuentran los registros de producción y extracción que se tienen en la planta. El secretario desarrolla un registro con la ayuda de Excel, para la producción y se basa en el volumen de material que sale de la planta, mientras que para la extracción no tienen un registro exacto. En el desarrollo de este proyecto se especifican volúmenes por unidad de tiempo extraídos del río, así como de la producción de la planta, debido a que estos son de gran ayuda para el registro de producción y almacenamiento mencionado en las obligaciones de la normativa.

Otra de las obligaciones del concesionario es el pago los derechos establecidos por ley (canon), el cual se debe cancelar anualmente a principios del mes de

enero, este se realiza mediante un depósito a la Dirección de Geología y Minas; este procedimiento siempre se realiza en las fechas indicadas.

El dueño de la concesión mantiene un contrato con un geólogo, el cual se encarga de realizar los informes anuales de labores, así como de verificar una explotación racional de material.

Se coordinó con el ingeniero a cargo de la planta sobre la presencia de una copia de la resolución de otorgamiento de la concesión, la cual debe de estar presente en la oficina de la planta.

Es importante aclarar que otros aspectos que se consideran en esta normativa sí se cumplen como los son el mantenimiento de operaciones, los límites de la concesión, así como el pago a la Municipalidad los impuestos correspondientes.

Se tienen también las listas de verificación que permiten comprobar si el producto final obtenido cumple con lo establecido en la norma ASTM C-33 y el CR-2010.

Para dicha comprobación se utilizaron ensayos de laboratorio elaborados antiguamente a la realización del proyecto (1 a 2 años) debido a que en ese tiempo no se realizaron ensayos.

Se logró determinar el incumplimiento de algunos aspectos, los cuales logramos ver en los cuadros 10,11,12 y 13, por ejemplo, para el polvo de piedra, los porcentajes pasando en tres tamices no cumplen con lo establecido en la normativa.

En el caso de la arena, no se pudo comprobar el cumplimiento de sus características debido a la inexistencia de ensayos realizados a dicho material en la base de datos de la empresa.

En el ensayo de la piedra quintilla, faltaron características para poder llenar la lista, sin embargo, este agregado presentó incumplimiento en el porcentaje pasando de uno de sus tamices.

Por último, la piedra cuartilla fue el único material que presentó cumplimiento de las características estipuladas en la lista en comparación con el ensayo de laboratorio.

Estudio de la norma ISO 9001

Se estudió la norma INTE/ISO 9001:2015 y se determinaron todos los elementos necesarios para el establecimiento de un sistema de gestión de la calidad en el proceso de extracción y producción de los agregados. Además, se desarrollaron algunos de estos elementos con el fin de facilitarle el proceso a la empresa en caso de querer optar por el certificado. Para algunos de estos elementos fue necesario adaptar la información de la norma al proceso específicamente en estudio, esto debido a que la norma presenta información general, utilizable en cualquier proceso de producción.

El alcance es uno de los elementos que se hace necesario delimitar, ya que el ente regulador debe conocer con exactitud las partes o actividades del proceso que se quiere certificar con el sistema. Por otro lado, se vuelve necesario identificar las partes implicadas en el proceso, tanto los de manera interna como los externos, con el fin de conocer las personas afectadas, la procedencia de los insumos, así como los diferentes intereses de las personas involucradas.

En cuanto a las entradas y salidas del proceso, también fue necesario definir las, tomando en cuenta que el material de entrada, el cual es el material que se extrae del río, siempre presenta características y condiciones cambiantes, ya que este material llega al lugar de extracción mediante el arrastre del cauce del río, tomando en cuenta lo cambiante de este en las diferentes épocas del año.

Siguiendo con el estudio de la norma mencionada, nos damos cuenta de que se debe registrar la secuencia de los procesos, esto mediante diagramas que especifiquen el procedimiento de cada una de las actividades involucradas. En la figura 14 podemos observar mediante un diagrama, el proceso de extracción y acarreo del material; por otro lado, en la figura 15 se logra observar el procedimiento de la producción de agregados, identificando en color azul, los productos obtenidos a través del proceso, además, en dicho diagrama también se identifican los equipos utilizados en el transcurso del proceso de producción.

El conocimiento de la producción generada y de los recursos utilizados en el proceso es un aspecto de suma importancia y que debe de estar registrado en caso de querer optar por un certificado de un sistema de gestión

de la calidad, es por ello que estos elementos se desarrollarán también en este proyecto (más adelante se analizarán los resultados obtenidos).

En cuanto a las autoridades y responsabilidades, se vuelve preciso asignar las funciones del personal necesarias para la elaboración del sistema y el correcto funcionamiento a través del tiempo.

Se hace necesario, también, el establecimiento de las políticas y objetivos de la calidad con los que se quiere desarrollar el proceso, documentando esta información, con el fin de comprometerse con los clientes en cuanto a la calidad del producto ofrecido se refiere.

Para el desarrollo de un sistema de gestión de la calidad es necesario un compromiso total por parte de la empresa, comprometida a brindar todas las herramientas y recursos necesarios para que el ente evaluador pueda verificar el cumplimiento total de todos los aspectos a evaluar. Esto incluye la capacidad de los trabajadores de desarrollarse en los diferentes puestos de trabajo involucrados en el proceso.

Siguiendo con el estudio de los resultados obtenidos, tenemos los requisitos de operación del proceso y del producto. Una vez definidos los criterios de producción, se debe verificar el cumplimiento de estos y por otro lado, se debe garantizar el cumplimiento de los requisitos de los productos ofrecidos en el mercado, ya sean, reglamentarios o legales, establecidos por la empresa o por el cliente, con ello la empresa certifica que estos son de calidad. Todo lo anterior debe quedar debidamente documentado, ya que es la única manera de verificar lo establecido.

Otro de los aspectos que la empresa debe de garantizar es el debido control de los productos y equipos obtenidos externamente, verificando que estos cumplan con los diferentes estándares de calidad, así como el control del proceso de producción y los productos obtenidos, identificando las no conformidades para tomar las acciones correctivas pertinentes.

Es importante que la alta dirección de la empresa realice auditorías para verificar el establecimiento y seguimiento continuo del sistema y para instar a los trabajadores a comprometerse con el sistema y corregir cualquier disconformidad con lo establecido.

Diagnóstico

Para el desarrollo de este apartado se realizó una prueba de diagnóstico con el fin de observar el estado de la empresa con respecto a los requerimientos de un sistema de gestión de la calidad. Dicha prueba analiza cada apartado de la norma ISO 9001, con el fin de darles diferentes calificaciones a estos requerimientos, tomando en cuenta aspectos de establecimiento, implementación y mantenimiento en la empresa de los diferentes puntos de la norma; en el cuadro 14 se logran observar los resultados de implementación obtenidos para cada apartado.

Además, este diagnóstico caracteriza cada apartado según el porcentaje obtenido, establece que si este es mayor a 80% simplemente se debe mantener el sistema, si se encuentra entre 50% y 80% el sistema se debe de mejorar y si el porcentaje es menor a 50% se debe de implementar. Vemos en la tabla mencionada un porcentaje, en todos los apartados, correspondiente a esta última caracterización, por lo que se vuelve necesario implementar el sistema en todos los apartados; el diagnóstico indica también un porcentaje total de la implementación el cual corresponde a un 22%, dándole una calificación global baja en la gestión de calidad.

Cuando se habla de la implementación en cada uno de los apartados, se puede observar en el anexo 6, las características y aspectos a tomar en cuenta en cada uno de los apartados de la norma.

Manuales de procedimientos

En estos manuales se involucran distintos apartados que facilitan un correcto entendimiento del lector y la ubicación en el contexto que se desarrolla, entre ellos están el objetivo y el alcance de cada uno de los manuales, una descripción de la planta, los agregados que se producen, la descripción del proceso por medio de un diagrama, la distribución del sitio y en este se identifican todos los procesos de producción, así como los diferentes sitios de interés.

Por otro lado, se realizó un registro de activos, asignándole un código a cada uno de

estos, así como una explicación de su función en la planta, también se identifican cada una de las responsabilidades del personal que labora en la planta, por último, se definen algunos términos que se considera necesario explicar para el correcto entendimiento del proceso.

El manual de procedimientos de operación de la planta se crea con el fin de tener un registro del correcto funcionamiento de la extracción y producción de agregados, dividiéndolo en las diferentes fases que abarcan desde el proceso de extracción del material del río hasta que los agregados se encuentran en sus respectivos *stocks* y se encuentran listos para ser comercializados.

Se desarrollaron 19 fases en las que se define el proceso secuencialmente y se especifican los activos que corresponden a cada fase del proceso, el personal que se encuentra involucrado en cada uno de ellos, así como los diferentes aspectos que se debe tomar en cuenta para la obtención correcta del producto final.

El cumplimiento de este manual a la hora de operar la planta garantiza el correcto funcionamiento de esta.

En cuanto al manual para garantizar el control y mantenimiento de la calidad, se crea con el fin de buscar una estandarización del proceso y buscar que tanto el proceso como el agregado comercializado sean de calidad.

Este manual indica tanto los procedimientos para el control de calidad del proceso como los procedimientos para el control de calidad del material.

En cuanto los procedimientos para el control de calidad de las fases del proceso, se determinaron 15 fases, en cada una de ellas se especifican los equipos a utilizar, así como los diferentes aspectos a tomar en cuenta para garantizar la calidad del proceso, entre estos se encuentran aspectos mecánicos, tamaño de material, vida útil, inventarios, calidad de los equipos, responsabilidades de los trabajadores, entre otros.

Se realizó una fase adicional, la cual se encuentra presente en todo el proceso, esta es el desplazamiento del material por medio de los *Conveyors* y en esta se especifican también los diferentes aspectos que garantizan la calidad del proceso.

Otro apartado de este manual especifica los requisitos establecidos en el Código de Minería, con el fin de que el lector identifique si

estos se cumplen, esto con la ayuda de la lista de verificación realizada.

Paralelo a este manual se desarrolló un formulario de recolección de información, con el fin de que el ingeniero a cargo verifique si los aspectos que se mencionan se cumplen tal y como se indican en el manual.

En cuanto a los procedimientos para el control de calidad del material, se especifica la manera de muestrear el material a la hora de ser llevado al laboratorio, basándose en las normas ASTM pertinentes.

Además, se especifican las características técnicas establecidas por las normas ASTM y CR-2010 con las que debe cumplir el material muestreado. El cumplimiento de estas características se logra comprobar gracias a las listas de verificación realizadas, las cuales también se encuentran en este manual.

Si los aspectos que se describen en este manual se cumplen, se garantiza un correcto funcionamiento de la planta, sin atrasos por equipo en mal estado, accidentes, o faltante de insumos en inventario.

Por último, el desarrollo de estos manuales da un gran paso hacia el cumplimiento de los requisitos de una posible certificación en un sistema de gestión de la calidad, en caso de que la empresa en su momento quiera optar por este.

Conclusiones

Se determinó un rendimiento en m³/h para la piedra cuartilla, piedra quintilla y polvo de piedra de 38.12, 18.25 y 26.53, respectivamente.

Fue posible calcular un rendimiento en los ciclos de extracción y acarreo del material de 78.8 m³/h.

Se logró calcular en la fase de extracción y acarreo del material, que la actividad que consume mayor tiempo para la vagoneta es transportando el material, con un 48%, mientras que el tiempo no productivo para la vagoneta es de 10%, dando como resultado una productividad óptima

En la misma fase de extracción y acarreo de material, se determinó que la actividad que consume mayor tiempo para la excavadora es extrayendo y cargando el material con un 45%, mientras que el tiempo no productivo para esta es de 12%, dando como resultado una productividad óptima.

Se logró identificar y catalogar todo el equipo, maquinaria y personal que está actualmente siendo utilizado dentro de la ejecución de los procesos de la planta.

Se identificaron diferentes factores que afectan la productividad de la planta, como lo son las condiciones del lugar de trabajo, la habilidad de los trabajadores, la inexistencia de un plan de seguridad, la capacitación del personal, los métodos y equipos de trabajo, así como los diferentes factores ambientales, y se proponen recomendaciones para posibles soluciones a dichas afectaciones.

Basado en los resultados de las listas de verificación para definir criterios administrativos referente a la normativa del Código de Minería,

se concretó que hay ocho aspectos que sí se cumplen a cabalidad.

Se determinaron los aspectos que evidencian incumplimiento de la normativa del Código de Minería, se sintetizan a continuación: reglamento de seguridad, presentación de informe anual, diario de los trabajos, registro del personal y presencia en el sitio de copia certificada de otorgamiento de la concesión.

Se le planteó al ingeniero en seguridad laboral de la empresa, la elaboración de un plan de seguridad que resguarde la integridad de los trabajadores y permita cumplir uno de los requisitos establecidos en el Código de Minería.

Se elaboró una lista de verificación para la normativa ASTM dando como resultado el incumplimiento de una de las características del polvo de piedra, la cual es la granulometría especificada en la normativa. De igual manera para la piedra quintilla, sin embargo, en esta hubo dos características inexistentes en los ensayos analizados, en la verificación de la piedra cuartilla todas sus características presentan cumplimiento y en cuanto a la arena no se logró verificar debido a la inexistencia de un ensayo de estos en la base de datos de la empresa.

Se determinó en la lista de verificación para la normativa CR-2010 el incumplimiento de tres de las características del polvo de piedra, la granulometría no cumple con lo especificado en la normativa, el porcentaje pasando el tamiz #200 es mayor al establecido, así como la equivalencia de arena. En cuanto a la piedra quintilla, uno de los tamices granulométrico presenta incumplimiento, además, en esta hubo dos características inexistentes en los ensayos

analizados. En la verificación de la piedra cuartilla, todas sus características presenta cumplimiento y en cuanto a la arena no se logró verificar debido a la inexistencia de un ensayo de estos en la base de datos de la empresa.

Se identificaron todos los requisitos establecidos en la norma INTE/ISO 9001:2015 adaptándolos al proceso en estudio.

De los apartados y condiciones que exige la normativa ISO 9001 para establecer un estándar de calidad, se evidencia que actualmente la empresa cumple con un 22% de implementación, siendo el apartado de operación el de mayor porcentaje con un 39%, por ende, se considera una fortaleza en caso de querer optar por una certificación.

Se identificaron 17 pasos a seguir, entre ellos, requisitos de documentación y/o trámites a realizar en caso de querer optar por un certificado de un sistema de gestión de la calidad.

Se desarrolló un manual de los procedimientos de operación de la planta, el cual especifica, en 19 fases el correcto funcionamiento del proceso de extracción y producción de agregados.

Se estableció un manual que involucra 15 fases necesarias para obtener un producto estandarizado, especificando en cada una de ellas las condiciones óptimas y desarrollando una herramienta que registre el cumplimiento de esta condición o la deficiencia de esta.

Recomendaciones

Realizar un plan de mantenimiento preventivo del equipo y maquinaria que garantice la eliminación de tiempos de espera por faltante de repuestos en la planta o en el país.

Asegurarse de que los equipos adquiridos presenten las debidas certificaciones de calidad.

Instar a los trabajadores a utilizar las medidas establecidas en caso de ser elaborado por parte del ingeniero en seguridad laboral el plan de seguridad elaborado.

Capacitar al personal que labora en la planta en el manejo de los equipos que se utilizan, así como en diferentes métodos de trabajo.

Llenar el formulario de control de calidad con no más de dos semanas de periodicidad, con el fin de mantener una estandarización del proceso.

Generar una base de datos con los ensayos realizados a los diferentes agregados,

así como llenar los formularios de verificación cada vez que se hagan dichos ensayos.

Realizar las acciones necesarias para el cumplimiento de los aspectos que hasta el momento presentan incumplimiento en el Código de Minería, los cuales son el Reglamento de seguridad, presentación de informe anual, diario de los trabajos realizados y presencia en el sitio de copia certificada de otorgamiento de la concesión.

Coordinar una visita con INTECO a la Planta Santa Clara, con el fin de tener un acercamiento y una mejor explicación de los requisitos, e informarse del grado de cumplimiento de estos.

Desarrollar mecanismos y/o medidas para garantizar que la producción no se vea afectada por las condiciones climáticas de la zona, por ejemplo, construcción de algunos techos que garanticen poca humedad en el material a la hora de procesarlos.

Apéndices

En este apartado se presentan dos manuales de procedimientos elaborados en el desarrollo de este proyecto.

Apéndice 1. Manual de procedimientos de operación de la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío.

Apéndice 2. Manual para garantizar el control y el mantenimiento de la calidad en la Planta Santa Clara de Quebradores Río Frío

Anexos

A continuación, se muestran los anexos necesarios para el entendimiento de aspectos que incluye el proyecto.

Anexo 1. Requerimiento de la granulometría del agregado fino según ASTM C-33.

Anexo 2. Requerimiento de clasificación del agregado grueso según ASTM C-33.

Anexo 3. Límites de sustancias nocivas y propiedades físicas del agregado grueso según ASTM C-33.

Anexo 4. Granulometría especificada en la tabla 1 de la norma AASHTO M-6 para agregado fino

Anexo 5. Granulometría especificada en la tabla 1 de la norma AASHTO M43-05 para agregado grueso.

Anexo 6. Diagnóstico de evaluación de un sistema de gestión de calidad según NTC ISO 9001-2015

Anexo 1.

TABLE 1 Grading Requirements for Fine Aggregate

Sieve (Specification E11)	Percent Passing
9.5-mm (3/8-in.)	100
4.75-mm (No. 4)	95 to 100
2.36-mm (No. 8)	80 to 100
1.18-mm (No. 16)	50 to 85
600- μ m (No. 30)	25 to 60
300- μ m (No. 50)	5 to 30
150- μ m (No. 100)	0 to 10
75- μ m (No. 200)	0 to 3.0 ^{A,B}

Figura XX. Requerimiento de la granulometría del agregado fino
Fuente. Norma ASTM C-33

Anexo 2.

TABLE 3 Grading Requirements for Coarse Aggregates

Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent												
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 $\mu$m (No.50)
1	90 to 37.5 mm (3 1/2 to 1 1/2 in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5 mm (2 1/2 to 1 1/2 in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...
4	37.5 to 19.0 mm (1 1/2 to 3/4 in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...
467	37.5 to 4.75 mm (1 1/2 in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...
5	25.0 to 12.5 mm (1 to 1/2 in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
56	25.0 to 9.5 mm (1 to 3/8 in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...
6	19.0 to 9.5 mm (3/4 to 3/8 in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...
67	19.0 to 4.75 mm (3/4 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...
7	12.5 to 4.75 mm (1/2 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...
8	9.5 to 2.36 mm (3/8 in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5
89	9.5 to 1.18 mm (3/8 in. to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10
9 ^A	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10

Figura XX. Requerimiento de clasificación del agregado grueso
Fuente. Norma ASTM C-33

Anexo 3.

Class Designation	Type or Location of Concrete Construction	Maximum Allowable, %						
		Clay Lumps and Friable Particles	Chert (Less Than 2.40 sp gr SSD)	Sum of Clay Lumps, Friable Particles, and Chert (Less Than 2.40 sp gr SSD)	Material Finer Than 75- μ m (No. 200) Sieve	Coal and Lignite	Abrasion ^A	Magnesium Sulfate Soundness (5 cycles) ^B
Severe Weathering Regions								
1S	Footings, foundations, columns and beams not exposed to the weather, interior floor slabs to be given coverings	10.0	...	...	1.0 ^C	1.0	50	...
2S	Interior floors without coverings	5.0	...	...	1.0 ^C	0.5	50	...
3S	Foundation walls above grade, retaining walls, abutments, piers, girders, and beams exposed to the weather	5.0	5.0	7.0	1.0 ^C	0.5	50	18
4S	Pavements, bridge decks, driveways and curbs, walks, patios, garage floors, exposed floors and porches, or water-front structures, subject to frequent wetting	3.0	5.0	5.0	1.0 ^C	0.5	50	18
5S	Exposed architectural or decorative concrete	2.0	3.0	3.0	1.0 ^C	0.5	50	18
Moderate Weathering Regions								
1M	Footings, foundations, columns, and beams not exposed to the weather, interior floor slabs to be given coverings	10.0	...	...	1.0 ^C	1.0	50	...
2M	Interior floors without coverings	5.0	...	...	1.0 ^C	0.5	50	...
3M	Foundation walls above grade, retaining walls, abutments, piers, girders, and beams exposed to the weather	5.0	8.0	10.0	1.0 ^C	0.5	50	18
4M	Pavements, bridge decks, driveways and curbs, walks, patios, garage floors, exposed floors and porches, or water-front structures subject to frequent wetting	5.0	5.0	7.0	1.0 ^C	0.5	50	18
5M	Exposed architectural or decorative concrete	3.0	3.0	5.0	1.0 ^C	0.5	50	18
Negligible Weathering Regions								
1N	Slabs subject to traffic abrasion, bridge decks, floors, sidewalks, pavements	5.0	...	...	1.0 ^C	0.5	50	...
2N	All other classes of concrete	10.0	...	...	1.0 ^C	1.0	50	...

Figura XX. Límites de sustancias nocivas y propiedades físicas del agregado grueso
Fuente. Norma ASTM C-33

Anexo 4

Table 1—Grading Requirements

Sieve	Mass, Percent Passing
9.5 mm (3/8 in.)	100
4.75 mm (No. 4)	95 to 100
2.36 mm (No. 8)	80 to 100
1.18 mm (No. 16)	50 to 85
600 μ m (No. 30)	25 to 60
300 μ m (No. 50)	10 to 30
150 μ m (No. 100)	2 to 10

Figura XX. Granulometría especificada en la tabla 1 de la norma AASHTO M6-08 para agregado fino
Fuente. AASHTO M6-08

Anexo 5.

Table 1—Standard Sizes of Processed Aggregate

Size Number	Nominal Size, Square Openings	Amounts Finer Than Each Laboratory Sieve (Square Openings), Mass, percent														
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)	150 µm (No. 100)
1	90 to 37.5 mm (3 1/2 to 1 1/2 in.)	100	90 to 100	—	25 to 60	—	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—	—	—	—
2	63 to 37.5 mm (2 1/2 to 1 1/2 in.)	—	—	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—	—	—	—
24	63 to 19.0 mm (2 1/2 to 3/4 in.)	—	—	100	90 to 100	—	25 to 60	—	0 to 10	0 to 5	—	—	—	—	—	—
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	—	—	—	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—	—	—
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	—	—	—	100	95 to 100	—	35 to 70	—	10 to 30	—	0 to 5	—	—	—	—
4	37.5 to 19.0 mm (1 1/2 to 3/4 in.)	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—	—
467	37.5 to 4.75 mm (1 1/2 to No. 4)	—	—	—	—	100	95 to 100	—	35 to 70	—	10 to 30	0 to 5	—	—	—	—
5	25.0 to 12.5 mm (1 to 1/2 in.)	—	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	—	—	—	—	—
56	25.0 to 9.5 mm (1 to 3/8 in.)	—	—	—	—	—	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	—	—	—	—
57	25.0 to 4.75 mm (1 to No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 to 100	—	25 to 60	—	0 to 10	0 to 5	—	—	—
6	19.0 to 9.5 mm (3/4 to 3/8 in.)	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	—	—	—	—
67	19.0 to 4.75 mm (3/4 to No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	—	20 to 55	0 to 10	0 to 5	—	—	—
68	19.0 to 2.36 mm (3/4 to No. 8)	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	—	30 to 65	5 to 25	0 to 10	0 to 5	—	—
7	12.5 to 4.75 mm (1/2 to No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	—	—	—
78	12.5 to 2.36 mm (1/2 to No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	40 to 75	5 to 25	0 to 10	0 to 5	—	—
8	9.5 to 2.36 mm (3/8 to No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	—	—
89	9.5 to 1.18 mm (3/8 to No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5	—
9	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5	—
10	4.75 mm (No. 4 to 0) ^a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 to 100	—	—	—	10 to 30

^a Screening.

Figura XX. Granulometría especificada en la tabla 1 de la norma AASHTO M43-05 para agregado grueso
Fuente. AASHTO M43-05

Anexo 6.

DIAGNÓSTICO DE EVALUACIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD SEGÚN NTC ISO 9001-2015					
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN: A. Cumple completamente con el criterio enunciado (10 puntos: Se establece, se implementa y se mantiene; corresponde a las fase de verificar y actuar para la mejora del sistema); B. cumple parcialmente con el criterio enunciado (5 puntos: Se establece, se implementa, no se mantiene; corresponde a las fase del hacer del sistema); C. Cumple con el mínimo del criterio enunciado (3 puntos: Se establece, no se implementa, no se mantiene; Corresponde a las fase de identificación y planeación del sistema); D. No cumple con el criterio enunciado (0 puntos: no se establece, no se implementa, no se mantiene N/S).					
No.	NUMERALES	CRITERIO INICIAL DE CALLIFICACION			
		A-V	H	P	N/S
		A	B	C	D
4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN		10	5	3	0
4.1 COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO					
1	Se determinan las cuestiones externas e internas que son pertinentes para el propósito y dirección estratégica de la organización.			3	
2	Se realiza el seguimiento y la revisión de la información sobre estas cuestiones externas e internas.				0
4.2 COMPRENSIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS					
SE HAN DETERMINADO LAS PARTES INTERESADAS QUE SON PERTINENTES AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y SST DE LA ORGANIZACIÓN					
3	Se han determinado las partes interesadas y los requisitos de estas partes interesadas para el sistema de gestión de calidad.			3	
4	Se realiza el seguimiento y la revisión de la información sobre estas partes interesadas y sus requisitos.				0
4.3 DETERMINACION DEL ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD					
Primer párrafo Se tiene determinado el alcance según: Procesos operativos, productos y servicios, instalaciones físicas, ubicación geográfica. Debe estar documentado y disponible.					
5	El alcance del SGC se ha determinado según: Procesos operativos, productos y servicios, instalaciones físicas, ubicación geográfica.	10			
6	¿El alcance del SGC se ha determinado teniendo en cuenta los problemas externos e internos, las partes interesadas y sus productos y servicios?			3	
7	Se tiene disponible y documentado el alcance del sistema de gestión.				0

8	Se tienen justificados y/o documentados los requisitos (exclusiones) que no son aplicables para el sistema de gestión?				0
4.4 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y SUS PROCESOS					
9	Se tienen identificados los procesos necesarios para el sistema de gestión de la organización.			3	
10	Se tienen establecidos los criterios para la gestión de los procesos teniendo en cuenta las responsabilidades, procedimientos, medidas de control e indicadores de desempeño necesarios que permitan la efectiva operación y control de los mismos.				0
11	Se mantiene y conserva información documentada que permita apoyar la operación de estos procesos.				0
SUBTOTAL		10	0	12	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		20%			
5. LIDERAZGO					
5.1 LIDERAZGO Y COMPROMISO GERENCIAL					
1	Se demuestra responsabilidad por parte de la alta dirección para la eficacia del SGC.		5		
5.1.2 Enfoque al cliente					
2	La gerencia garantiza que los requisitos de los clientes se determinan y se cumplen.			3	
3	Se determinan y consideran los riesgos y oportunidades que puedan afectar a la conformidad de los productos y servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente.				0
5.2 POLÍTICA					
5.2.1 ESTABLECIMIENTO DE LA POLÍTICA					
4	La política de calidad con la que cuenta actualmente la organización está acorde con los propósitos establecidos.			3	
5.2.2 Comunicación de la política de calidad					
5	Se tiene disponible a las partes interesadas, se ha comunicado dentro de la organización.				0
5.3 ROLES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES EN LA ORGANIZACIÓN					
6	Se han establecido y comunicado las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes en toda la organización.				0
SUBTOTAL		0	5	6	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		18%			
6. PLANIFICACIÓN					
6.1 ACCIONES PARA ABORDAR RIESGOS Y OPORTUNIDADES					
1	Se han establecido los riesgos y oportunidades que deben ser abordados para asegurar que el SGC logre los resultados esperados.			3	
2	La organización ha previsto las acciones necesarias para abordar estos riesgos y oportunidades y los ha integrado en los procesos del sistema.				0
6.2 OBJETIVOS DE LA CALIDAD Y PLANIFICACIÓN PARA LOGRARLOS					

3	¿Qué acciones se han planificado para el logro de los objetivos del SIG-HSQ, programas de gestión?				0
4	Se mantiene información documentada sobre estos objetivos.				0
6.3 PLANIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS					
5	¿Existe un proceso definido para determinar la necesidad de cambios en el SGC y la gestión de su implementación?				0
SUBTOTAL		0	0	3	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		6%			
7. APOYO					
7.1 RECURSOS					
7.1.1 Generalidades					
1	La organización ha determinado y proporcionado los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del SGC (incluidos los requisitos de las personas, medio ambientales y de infraestructura).			3	
7.1.5 Recursos de seguimiento y medición					
7.1.5.1 Generalidades					
2	En caso de que el monitoreo o medición se utilice para pruebas de conformidad de productos y servicios a los requisitos especificados, ¿se han determinado los recursos necesarios para garantizar un seguimiento válido y fiable, así como la medición de los resultados?			3	
7.1.5.2 Trazabilidad de las mediciones					
3	Dispone de métodos eficaces para garantizar la trazabilidad durante el proceso operacional.			3	
7.1.6 Conocimientos de la organización					
4	Ha determinado la organización los conocimientos necesarios para el funcionamiento de sus procesos y el logro de la conformidad de los productos y servicios y ha implementado un proceso de experiencias adquiridas.		5		
7.2 COMPETENCIA					
5	La organización se ha asegurado de que las personas que puedan afectar al rendimiento del SGC son competentes en cuestión de una adecuada educación, formación y experiencia y ha adoptado las medidas necesarias para asegurar que puedan adquirir la competencia necesaria.			3	
7.3 TOMA DE CONCIENCIA					
6	Existe una metodología definida para la evaluación de la eficacia de las acciones formativas emprendidas.				0
7.4 COMUNICACIÓN					
7	Se tiene definido un procedimiento para las comunicaciones internas y externas del SIG dentro de la organización.			3	
7.5 INFORMACIÓN DOCUMENTADA					
7.5.1 Generalidades					
8	Se ha establecido la información documentada requerida por la norma y necesaria para la implementación y funcionamiento eficaces del SGC.				0
7.5.2 Creación y actualización					

9	Existe una metodología documentada adecuada para la revisión y actualización de documentos.				0
7.5.3 Control de la información documentada					
10	Se tiene un procedimiento para el control de la información documentada requerida por el SGC.				0
SUBTOTAL		0	5	15	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		20%			
8. OPERACIÓN					
8.1 PLANIFICACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL					
1	Se planifican, implementan y controlan los procesos necesarios para cumplir los requisitos para la provisión de servicios.		5		
2	La salida de esta planificación es adecuada para las operaciones de la organización.			3	
3	Se asegura que los procesos contratados externamente estén controlados.			3	
4	Se revisan las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso.			3	
8.2 REQUISITOS PARA LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS					
8.2.1 Comunicación con el cliente					
5	La comunicación con los clientes incluye información relativa a los productos y servicios.		5		
6	Se obtiene la retroalimentación de los clientes relativa a los productos y servicios, incluyendo las quejas.			3	
7	Se establecen los requisitos específicos para las acciones de contingencia, cuando sea pertinente.			3	
8.2.2 Determinación de los requisitos para los productos y servicios					
8	Se determinan los requisitos legales y reglamentarios para los productos y servicios que se ofrecen y aquellos considerados necesarios para la organización.			3	
8.2.3 Revisión de los requisitos para los productos y servicios					
9	La organización se asegura de que tiene la capacidad de cumplir los requisitos de los productos y servicios ofrecidos.		5		
10	La organización revisa los requisitos del cliente antes de comprometerse a suministrar productos y servicios a este.	10			
11	Se confirma los requisitos del cliente antes de la aceptación por parte de estos, cuando no se ha proporcionado información documentada al respecto.	10			
12	Se asegura que se resuelvan las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente.		5		
13	Se conserva la información documentada sobre cualquier requisito nuevo para los servicios.				0
8.2.4 Cambios en los requisitos para los productos y servicios					
14	Las personas son conscientes de los cambios en los requisitos de los productos y servicios, se modifica la información documentada pertinente a estos cambios.				0
8.3 DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS					
8.3.1 Generalidades					

15	Se establece, implementa y mantiene un proceso de diseño y desarrollo que sea adecuado para asegurar la posterior provisión de los servicios.	10			
8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo					
16	La organización determina todas las etapas y controles necesarios para el diseño y desarrollo de productos y servicios.	10			
8.3.3 Entradas para el diseño y desarrollo					
17	Al determinar los requisitos esenciales para los tipos específicos de productos y servicios a desarrollar, se consideran los requisitos funcionales y de desempeño, los requisitos legales y reglamentarios.			3	
18	Se resuelven las entradas del diseño y desarrollo que son contradictorias.			3	
19	Se conserva información documentada sobre las entradas del diseño y desarrollo.				0
8.3.4 Controles del diseño y desarrollo					
20	Se aplican los controles al proceso de diseño y desarrollo, se definen los resultados a lograr.		5		
21	Se realizan las revisiones para evaluar la capacidad de los resultados del diseño y desarrollo para cumplir los requisitos.				0
22	Se realizan actividades de verificación para asegurar que las salidas del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de las entradas.				0
23	Se aplican controles al proceso de diseño y desarrollo para asegurar que: se toma cualquier acción necesaria sobre los problemas determinados durante las revisiones, o las actividades de verificación y validación.			3	
24	Se conserva información documentada sobre las acciones tomadas.				0
8.3.5 Salidas del diseño y desarrollo					
25	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: cumplen los requisitos de las entradas.		5		
26	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: son adecuadas para los procesos posteriores y para la provisión de productos y servicios.		5		
27	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: incluyen o hacen referencia a los requisitos de seguimiento y medición, cuando sea apropiado, y a los criterios de aceptación.			3	
28	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: especifican las características de los productos y servicios, que son esenciales para su propósito previsto y su provisión segura y correcta.			3	
29	Se conserva información documentada sobre las salidas del diseño y desarrollo.				0
8.3.6 Cambios del diseño y desarrollo					
30	Se identifican, revisan y controlan los cambios hechos durante el diseño y desarrollo de los productos y servicios.			3	
31	Se conserva la información documentada sobre los cambios del diseño y desarrollo, los resultados de las revisiones, la autorización de los cambios y las acciones tomadas para prevenir los impactos adversos.				0

8.4 CONTROL DE LOS PROCESOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS SUMINISTRADOS EXTERNAMENTE**8.4.1 Generalidades**

32	La organización asegura que los procesos, productos y servicios suministrados externamente son conformes a los requisitos.		5		
33	Se determinan los controles a aplicar a los procesos, productos y servicios suministrados externamente.			3	
34	Se determinan y aplican criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y la reevaluación de los proveedores externos.			3	
35	Se conserva información documentada de estas actividades.				0

8.4.2 Tipo y alcance del control

36	La organización se asegura que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afectan de manera adversa a la capacidad de la organización de entregar productos y servicios, conformes de manera coherente a sus clientes.		5		
37	Se definen los controles a aplicar a un proveedor externo y las salidas resultantes.			3	
38	Considera el impacto potencial de los procesos, productos y servicios suministrados externamente en la capacidad de la organización de cumplir los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.			3	
39	Se asegura de que los procesos suministrados externamente permanecen dentro del control de su sistema de gestión de la calidad.			3	
40	Se determina la verificación o actividades necesarias para asegurar que los procesos, productos y servicios cumplen con los requisitos.				0

8.4.3 Información para los proveedores externos

41	La organización comunica a los proveedores externos sus requisitos para los procesos, productos y servicios.			3	
42	Se comunica la aprobación de productos y servicios, métodos, procesos y equipos, la liberación de productos y servicios.			3	
43	Se comunica la competencia, incluyendo cualquier calificación requerida de las personas.			3	
44	Se comunican las interacciones del proveedor externo con la organización.			3	
45	Se comunica el control y seguimiento del desempeño del proveedor externo aplicado por la organización.			3	

8.5 PRODUCCIÓN Y PROVISIÓN DEL SERVICIO**8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio**

46	Se implementa la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas.		5		
47	Dispone de información documentada que defina las características de los productos a producir, servicios a prestar, o las actividades a desempeñar.				0
48	Dispone de información documentada que defina los resultados a alcanzar.				0
49	Se controla la disponibilidad y el uso de recursos de seguimiento y medición adecuados.			3	
50	Se controla la implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas.			3	

51	Se controla el uso de la infraestructura y el entorno adecuado para la operación de los procesos.		5		
52	Se controla la designación de personas competentes.	10			
53	Se controla la validación y revalidación periódica de la capacidad para alcanzar los resultados planificados.		5		
54	Se controla la implementación de acciones para prevenir los errores humanos.		5		
55	Se controla la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.			3	
8.5.2 Identificación y trazabilidad					
56	La organización utiliza medios apropiados para identificar las salidas de los productos y servicios.			3	
57	Identifica el estado de las salidas con respecto a los requisitos.		5		
58	Se conserva información documentada para permitir la trazabilidad.				0
8.5.3 Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos					
59	La organización cuida la propiedad de los clientes o proveedores externos mientras está bajo el control de la organización o siendo utilizada por la misma.	10			
60	Se identifica, verifica, protege y salvaguarda la propiedad de los clientes o de los proveedores externos suministrada para su utilización o incorporación en los productos y servicios.	10			
61	Se informa al cliente o proveedor externo cuando su propiedad se pierda, deteriora o de algún otro modo, se considere inadecuada para el uso y se conserva la información documentada sobre lo ocurrido.	10			
8.5.4 Preservación					
62	La organización preserva las salidas en la producción y prestación del servicio, en la medida necesaria para asegurar la conformidad con los requisitos.		5		
8.5.5 Actividades posteriores a la entrega					
63	Se cumplen los requisitos para las actividades posteriores a la entrega asociada con los productos y servicios.	10			
64	Al determinar el alcance de las actividades posteriores a la entrega la organización consideró los requisitos legales y reglamentarios.		5		
65	Se consideran las consecuencias potenciales no deseadas asociadas a sus productos y servicios.			3	
66	Se considera la naturaleza, el uso y la vida útil prevista de sus productos y servicios.		5		
67	Considera los requisitos del cliente.	10			
68	Considera la retroalimentación del cliente.		5		
8.5.6 Control de cambios					
69	La organización revisa y controla los cambios en la producción o la prestación del servicio para asegurar la conformidad con los requisitos.		5		

70	Se conserva información documentada que describa la revisión de los cambios, las personas que autorizan o cualquier acción que surja de la revisión.	5			
8.6 LIBERACIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS					
71	La organización implementa las disposiciones planificadas para verificar que se cumplen los requisitos de los productos y servicios.	5			
72	Se conserva la información documentada sobre la liberación de los productos y servicios.				0
73	Existe evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación.	5			
74	Existe trazabilidad a las personas que autorizan la liberación.			3	
8.7 CONTROL DE LAS SALIDAS NO CONFORMES					
75	La organización se asegura que las salidas no conformes con sus requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega.	5			
76	La organización toma las acciones adecuadas de acuerdo con la naturaleza de la no conformidad y su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios.	5			
77	Se verifica la conformidad con los requisitos cuando se corrigen las salidas no conformes.			3	
78	La organización trata las salidas no conformes de una o más maneras.			3	
79	La organización conserva información documentada que describa la no conformidad, las acciones tomadas, las concesiones obtenidas e identifique la autoridad que decide la acción con respecto a la no conformidad.				0
SUBTOTAL		100	120	90	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		39%			
9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO					
9.1 SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN					
9.1.1 Generalidades					
1	La organización determina que necesita seguimiento y medición.	5			
2	Determina los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación para asegurar resultados válidos.			3	
3	Determina cuándo se lleva a cabo el seguimiento y la medición.			3	
4	Determina cuándo analizar y evaluar los resultados del seguimiento y medición.			3	
5	Evalúa el desempeño y la eficacia del SGC.			3	
6	Conserva información documentada como evidencia de los resultados.				0
9.1.2 Satisfacción del cliente					
7	La organización realiza seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas.	10			
8	Determina los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar la información.	5			

9.1.3 Análisis y evaluación					
9	La organización analiza y evalúa los datos y la información que surgen del seguimiento y la medición.			3	
9.2 AUDITORÍA INTERNA					
10	La organización lleva a cabo auditorías internas a intervalos planificados.				0
11	Las auditorías proporcionan información sobre el SGC conforme con los requisitos propios de la organización y los requisitos de la NTC ISO 9001:2015.				0
12	La organización planifica, establece, implementa y mantiene uno o varios programas de auditoría.				0
13	Define los criterios de auditoría y el alcance para cada una.				0
14	Selecciona los auditores y lleva a cabo auditorías para asegurar la objetividad y la imparcialidad del proceso.				0
15	Asegura que los resultados de las auditorías se informan a la dirección.				0
16	Realiza las correcciones y toma las acciones correctivas adecuadas.				0
17	Conserva información documentada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y los resultados.				0
9.3 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN					
9.3.1 Generalidades					
18	La alta dirección revisa el SGC a intervalos planificados, para asegurar su conveniencia, adecuación, eficacia y alineación continua con la estrategia de la organización.				0
9.3.2 Entradas de la revisión por la dirección					
19	La alta dirección planifica y lleva a cabo la revisión incluyendo consideraciones sobre el estado de las acciones de las revisiones previas.			3	
20	Considera los cambios en las cuestiones externas e internas que sean pertinentes al SGC.		5		
21	Considera la información sobre el desempeño y la eficiencia del SGC.			3	
22	Considera los resultados de las auditorías.			3	
23	Considera el desempeño de los proveedores externos.			3	
24	Considera la adecuación de los recursos.		5		
25	Considera la eficiencia de las acciones tomadas para abordar los riesgos y las oportunidades.			3	
26	Se considera las oportunidades de mejora.		5		
9.3.3 Salidas de la revisión por la dirección					

27	Las salidas de la revisión incluyen decisiones y acciones relacionadas con oportunidades de mejora.		5		
28	Incluyen cualquier necesidad de cambio en el SGC.			3	
29	Incluye las necesidades de recursos.			3	
30	Se conserva información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones.				0
SUBTOTAL		10	30	36	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		25%			
10. MEJORA					
10.1 Generalidades					
1	La organización ha determinado y seleccionado las oportunidades de mejora e implementado las acciones necesarias para cumplir con los requisitos del cliente y mejorar su satisfacción.			3	
10.2 NO CONFORMIDAD Y ACCION CORRECTIVA					
2	La organización reacciona ante la no conformidad, toma acciones para controlarla y corregirla.				0
3	Evalúa la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad.			3	
4	Implementa cualquier acción necesaria, ante una no conformidad.	10			
5	Revisa la eficacia de cualquier acción correctiva tomada.			3	
6	Actualiza los riesgos y oportunidades de ser necesario.				0
7	Hace cambios al SGC si fuera necesario.			3	
8	Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.		5		
9	Se conserva información documentada como evidencia de la naturaleza de las no conformidades, cualquier acción tomada y los resultados de la acción correctiva.				0
10.3 MEJORA CONTINUA					
10	La organización mejora continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del SGC.				0
11	Considera los resultados del análisis y evaluación, las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades u oportunidades de mejora.			3	
SUBTOTAL		10	5	15	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		27%			

Referencias

- AASHTO. 2008. **STANDARD SPECIFICATIONS FOR TRANSPORTATION MATERIALS AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING. 28th ed.** Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, pp.M6-3, M43-2.
- Dozzi, S.P & AbouRizk, S.M. 1993. **PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION.** Ottawa, Canada: Institute for Research in Construction.
- American Society for Testing and Materials. (2018). **STANDARD SPECIFICATION FOR CONCRETE AGGREGATES (C-33).** Philadelphia, United States.
- American Society for Testing and Materials. (2016). **STANDARD TEST METHOD FOR ORGANIC IMPURITIES IN FINE AGGREGATES FOR CONCRETE (C-40).** Philadelphia, United States.
- American Society for Testing and Materials. (2018). **STANDARD TEST METHOD FOR SOUNDNESS OF AGGREGATES BY USE OF SODIUM SULFATE OR MAGNESIUM SULFATE (C-88).** Philadelphia, United States.
- American Society for Testing and Materials. (2014). **RESISTENCE TO DEGRADATION OF SMALL-SIZE COARSE AGGREGATE BY ABRASION AND IMPACT IN THE LOS ANGELES MACHINE (C-131).** Philadelphia, United States.
- American Society for Testing and Materials. (2014). **STANDARD TEST METHOD FOR SIEVE ANALYSIS OF FINE AND COARSE AGGREGATES (C-136).** Philadelphia, United States.
- Botero, L. & Álvarez, M. (2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda.* **REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT**, No: 40: 51p.
- Serpell, A. (1986). *Productividad en la construcción.* **REVISTA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**, No: 1, 54.
- INTECO. 2015. **SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. REQUISITOS.** INTECO. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte. 2010. **MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES CR-2010.** San José, Costa Rica. 659-662pp.
- MINAE. 2010. **CÓDIGO DE MINERÍA.** San José, Costa Rica.