



# Minería 4.0 en Materiales de Contrucción.

*Mining 4.0 in building materials.*

## Resumen

El éxito de la transformación digital en minería depende del conocimiento detallado de los procesos, equipos y como se interrelacionan entre sí; así mismo, es necesario que el diseño e implementación de la solución sea a la medida de cada necesidad y de esta manera, cumplir las metas propuestas. El propósito de este proyecto era lograr la automatización de la planta de beneficio de minerales y con ello la mejora en la productividad y los estándares de seguridad industrial de la operación minera. Los métodos implementados en la búsqueda de la solución óptima fueron el diagnóstico y caracterización de los procesos y equipos que componen la planta de beneficio, una vigilancia tecnológica, la selección de alternativas y el desarrollo de una solución innovadora a través de la cocreación entre el sector minero y el sector TIC's del país. De esta manera se realiza la implementación de SCADA en la planta de producción de agregados en Girardota - Antioquia, la cual resulta siendo una excelente herramienta para monitorear en tiempo real la producción y de esta manera aumentar productividad y disminuir riesgos en el personal involucrado en la operación.

**Palabras clave:** Analítica de datos, Innovación, Productividad, Seguridad, Supervisión, Transformación digital.



## Autores:

**Sergio Escudero Restrepo**

**Ingeniero de minas y metalurgia**

**Lina Marcela González Martín**

**Ingeniera de productividad y calidad**

**Stephanie Álvarez Zuluaga**

**Ingeniera ambiental**

## Abstract

The success of the digital transformation in mining depends on the detailed knowledge of the processes, equipment and how they interrelate with each other, in the same way, it is necessary that the design and implementation of the solution be adapted to each need and in this way, meet the proposed goals. The purpose of this project was to automate the mineral processing plant and thereby improve the productivity and industrial safety standards in mining operation. The methods implemented in the search for the optimal solution were the diagnosis and characterization of the processes and equipment that make up the beneficiation plant, technological surveillance, the selection of alternatives and the development of an innovative solution through co-creation among the sector mining and the ICT sector of the country. Just like that, the implementation of SCADA is carried out in the aggregates production plant in Girardota - Antioquia, which turns out to be an excellent tool to monitor production in real time and thereby increase

*productivity and reduce risks in the personnel involved in the operation.*

**Keywords:** *Data analytics, Digitization, Innovation, Productivity, Safety, Supervision.*

## Introducción

En minería, la productividad ha venido creciendo en los últimos años, además es percibida necesaria para lograr la compatibilidad de este sector con la sostenibilidad de los territorios y la disminución de los riesgos, la cual requiere esfuerzos sin fin para adaptar las actividades a condiciones cambiantes aplicando tecnologías emergentes. Dicho esto, la minería 4.0, también denominada minería conectada, asume la innovación tecnológica como

de las tecnologías 4.0 en la industria minera, así mismo que la cocreación es un proceso que facilita la innovación y el aprendizaje local. La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se cimienta en cinco fases, caracterización de proceso, vigilancia tecnológica, selección de alternativas, cocreación y diseño e implementación.

A través de esta metodología Industrial Concreto logró desarrollar una solución tecnológica conocida como SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, por sus cifras en inglés (Ridriguez, 2007)), con un costo de inversión cinco veces menor a las soluciones ofrecidas por el mercado; cuyo resultado han sido el incremento en la productividad, disminución de riesgos para el personal y la lección



Ilustración 1. Planta de producción de materiales para la construcción.

eje principal del crecimiento, convirtiéndose en una forma correcta de ser más eficientes, competitivos y seguros en las operaciones. El objetivo del presente artículo es presentar a la comunidad del sector la importancia de la planificación en la implementación

aprendida para el sector minero de la importancia de conocer y caracterizar nuestros procesos como parte de la mejora continua de las operaciones que permiten visualizar oportunidades para ser más eficientes y sostenibles.





**Metodología**

La investigación dio inicio con la caracterización detallada del proceso minero en la planta de producción de agregados pétreos de la empresa Industrial Conconcreto, ubicada en el Municipio de Girardota (Antioquia) donde se explota un depósito aluvial cuyo principal uso son agregados de alta calidad para la elaboración de concretos. Para la ejecución del proyecto se definió una metodología que se presenta en la siguiente figura:

El proceso productivo se compone de tres etapas de trituración, la primera es a través de la trituradora de mandíbulas, seguido de la trituradora tipo cono y posteriormente con la trituración de molino de eje vertical acompañado de diferentes operaciones de clasificación por tamaño y lavado de los agregados. El resultado de la caracterización entregó importantes hallazgos que se convirtieron en retos del proceso que se resumen en los siguientes:

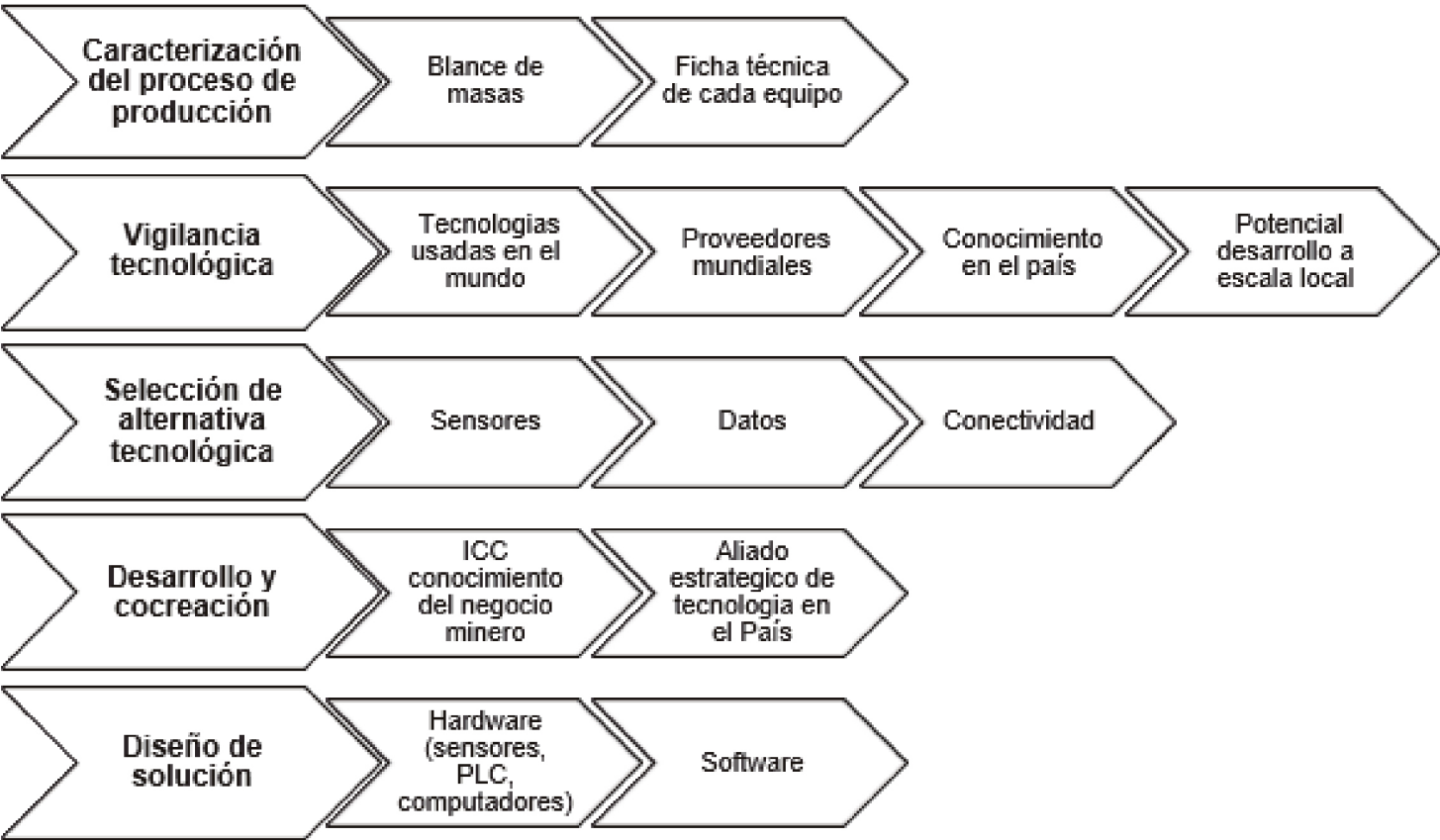


Figura 1. Fases del proyecto de investigación. Elaboración propia.

1. La operación de la planta de producción se ejecuta de manera manual y distribuida en tres posiciones geográficas diferentes de acuerdo a la disposición de los equipos principales (trituradoras).

2. Demanda de alta cantidad de mano de obra en procesos no automatizados.

3. La productividad es en gran medida dependiente de la habilidad y pericia del personal que opera los equipos.

4. Los registros de control de producción en peso y tiempos eran imprecisos e incompletos dado que es un registro subjetivo del operador de turno.

5. Las fallas en procesos o equipos solo se detectan cuando ocurre el evento, no se puede predecir con alguna información de operación.

6. La seguridad y salud de las personas en la operación presentan un mayor riesgo de accidentalidad por la operación manual y no conectada de los equipos.

Con un panorama claro de la situación del proceso, el equipo de trabajo inició la segunda fase de estudio, una vigilancia tecnológica que permitiera identificar las tecnologías y herramientas que brindaran la oportunidad de cerrar estas brechas y aumentar la productividad en la planta de producción. Es así como fueron identificadas tres tecnologías que podrían incorporarse a la operación para lograr los objetivos trazados.<sup>(1)</sup> (Mccrady, 2013):

- Instalación de sensores en diferentes equipos del proceso.

- Sistemas de recolección de datos.

- Sistemas de interconexión.

La integración de estos tres sistemas es lo que se conoce con el término SCADA y se refiere a la combinación de telemetría (tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información) y un operador humano, que puede intervenir en el proceso (Bayley y Wright, 2003).

Una vez identificada la oportunidad de mejora, los beneficios en el incremento de productividad y mejoramiento en las condiciones de seguridad industrial para las personas en la operación de la planta de producción de agregados; se dirigen todos los esfuerzos a buscar la viabilidad económica del proyecto, toda vez que los costos de inversión en la adquisición de esta tecnología eran elevados si la decisión fuera comprar la solución a los de este tipo de tecnología reconocidos internacionalmente, lo que impedía la factibilidad del proyecto desde la perspectiva financiera. Es allí, donde surge la iniciativa de desarrollar la tecnología a través de la cocreación con un proveedor nacional,<sup>(2)</sup> para lograr diseñar una solución a la medida de las necesidades no solo operativas sino estratégicas de la Organización.

Inicialmente se necesitó un diseño del sistema y la forma de interconectar todos los sensores para que intervengan y generen la información que requiere el

---

(1) Las 3 tecnologías salen del análisis de los desarrollos de las siguientes empresas: ABB, Trimble y Metso.

(2) Ver página web [www.frecuenciayvelocidad.com](http://www.frecuenciayvelocidad.com) en la sección videos.





proceso para ser automatizado y controlado. El sistema fue diseñado en cocreación con el equipo de trabajo de Industrial Concreto y una empresa de ingeniería colombiana, con lo cual se logró reducir el

volumen de inversión 5 veces menos a lo ofertado en el mercado, resultado que produjo que el proyecto fuera viable desde lo técnico y financiero. A continuación, se presenta la arquitectura del sistema.

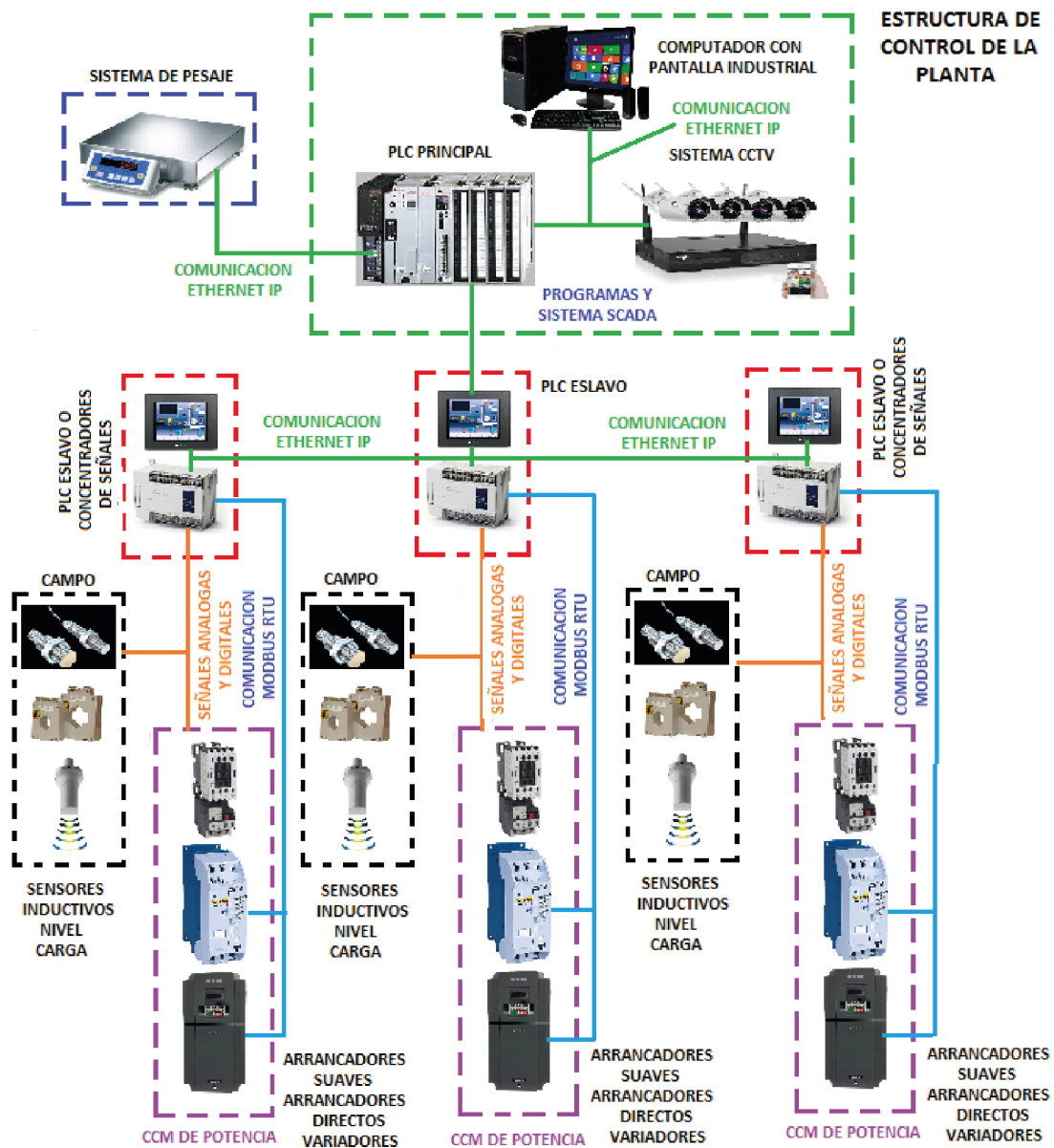


Figura 2. Arquitectura del sistema a la medida de las necesidades propias. Tomada de la propuesta económica de la empresa Frecuencia y Velocidad, 2018.

La solución diseñada permitía gestionar la producción de la planta a través de un computador industrial, un grupo de controladores lógicos programables, sensores y dispositivos que se comunican entre sí en tiempo real, logrando aumentar la eficiencia y productividad de acuerdo a la capacidad instalada. Con un valor agregado que permite la captura y almacenamiento de las variables de cada uno de los equipos que componen la planta y la aplicación de big data para analizar y predecir su comportamiento.

## Resultados y discusión

La implementación de la solución tecnológica ha permitido automatizar la planta de producción, aumentar la productividad sustancialmente llevando los equipos al punto de máxima eficiencia a través del control de su capacidad con sistemas de pesaje dinámicos y el consumo eléctrico monitoreado,<sup>(3)</sup> ver Figura 2.

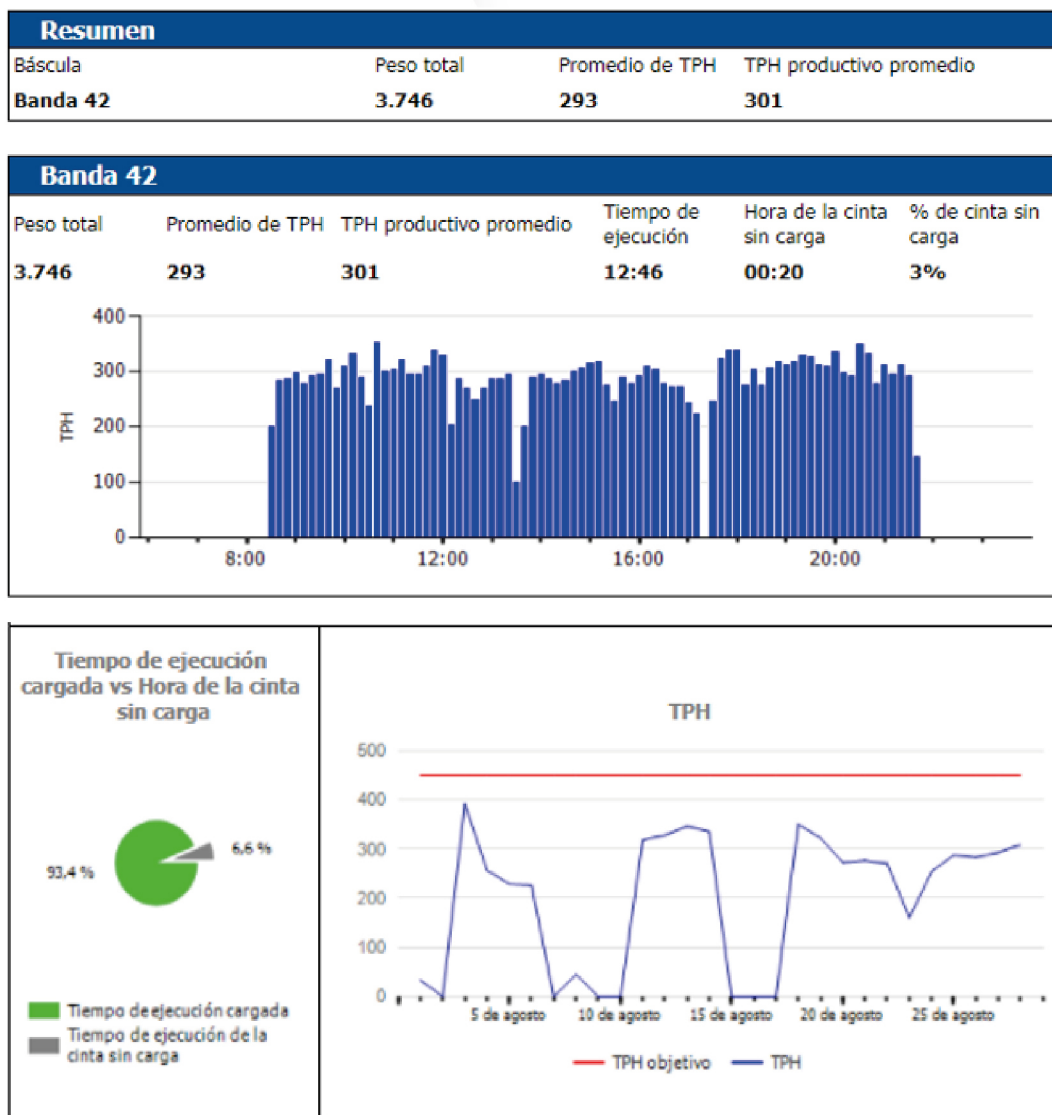


Figura 2. Arquitectura del sistema a la medida de las necesidades propias. Tomada de la propuesta económica de la empresa Frecuencia y Velocidad, 2018.

Otro de los factores importantes en el incremento de la productividad de la planta ha sido la reducción de tiempos perdidos, toda vez que se redujeron los tiempos de encendido y apagado y los periodos de trabajo a baja carga es decir, lejos del punto de máxima eficiencia.

(3) Azimut energía acompaña todo el proceso de eficiencia energética de la planta de producción.





Figura 4. CCTV en sala de control. Fuente propia

El factor de éxito más importante de este proyecto ha sido el incremento de los niveles de seguridad en las operaciones de la planta, ya que se eliminó el contacto entre persona - máquina, el cual es un factor de riesgo en accidentalidad, adicionalmente se cualifica la mano de obra con entrenamiento y capacitación en nuevas tecnologías aumentando el bienestar laboral.

Ademas de los beneficios ya presentados, para la compañía esta tecnología ha significado un avance importante en la gestión de la información, hoy se cuenta con informes muy completos de múltiples variables con los cuales se aplica analítica de datos para predecir el comportamiento de la productividad y el mantenimiento de los equipos.

## Agradecimientos

Enorme agradecimiento a los profesionales directivos y operativos de Industrial Conconcreto que con el trabajo en equipo y entusiasmo se ha podido implementar la tecnología y evidenciar los buenos resultados que impactan todas las áreas de la Organización. A los proveedores y contratistas y todos terceros involucrados en el proyecto, los cuales contribuyeron a que las actividades se llevaran a cabo en el tiempo y con los recursos disponibles.

## Bibliografía

Rodríguez Penín, Aquilino (2007): "Sistemas SCADA segunda edición, "Barcelona España: Macombó, Ediciones Técnicas S.A.

Bayley David, Edwin Wright (2003): "Practical SCADA for Industry". Great Britain: Elsevier. For more information Visit the web: [www.newnespress.com](http://www.newnespress.com).

Stuart G Mccrady. (2013): "Designing SCADA application Software, a practical approach". Elsevier. For more information Visit the web: [store.Elsevier.com](http://store.Elsevier.com).

Frecuencia y velocidad. (s.f): Visitar web: [www.frecuenciayvelocidad.com/videos](http://www.frecuenciayvelocidad.com/videos).

ABB (s.f). Visitar web: [www.new.abb.com/south-america](http://www.new.abb.com/south-america)

Azimut (s.f): Visitar web: [www.azimutenergia.co/](http://www.azimutenergia.co/)