

PASANTIA REALIZADA EN DIACO S.A. "AREA DE COPRODUCTOS"

FABIAN CAMILO DIAZ GUEVARA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2021

PASANTIA REALIZADA EN DIACO S.A. "AREA DE COPRODUCTOS"

FABIAN CAMILO DIAZ GUEVARA

PROYECTO DE GRADO EN MODALIDAD "PASANTÍA" PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR: HAROLD ALEXANDER ALVAREZ CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2021

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo agradezco a mis padres y a mi hermano por el apoyo incondicional durante este proceso de formación profesional, por estar en los momentos duros que pase, quienes fueron mi motivación para continuar con mi meta de formarme como profesional.

Agradezco a la Universidad Santo tomas y a los docentes por la formación académica que recibí en el transcurso de la carrera, a mis compañeros por hacer grato el tiempo que estuve en la carrera. A mi tutor, el ingeniero Harold Álvarez, por estar al pendiente durante la Pasantia, brindarme apoyo, consejos, y estar incondicionalmente en cada duda que tuve en el desarrollo de la misma.

Gracias a la empresa Gerdau Diaco por la oportunidad de desarrollar para Pasantia y aspirar por el título de Ingeniero Civil, a mi supervisor de la empresa el ingeniero Oscar Gómez por los consejos y confianza, al Ingeniero Ricardo Vargas por los aportes que realizo a mi formación profesional; agradezco a Tatiana Zuluaga persona maravillosa que conocí durante la pasantía y quien me apoyo en los altibajos durante la misma junto con toda mi familia.

## **DEDICATORIA**

Principalmente va dedicado a mis padres Fabian y Yolanda quienes con mucho esfuerzo me brindaron la oportunidad de estudiar y formarme como profesional, quienes me formaron como persona; a mi hermano, que espero haber sido un buen ejemplo para él y poder seguir siéndolo, a toda mi familia, a Tatiana Zuluaga y a mis amigos, las cuales fueron personas que estuvieron en las buenas y en las malas durante mi formación como profesional y como persona.

De igual manera a la Universidad Santo Tomas, buscare dejar en alto el nombre de la universidad en mi desempeño como profesional de manera íntegra.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, día del mes, año

## CONTENIDO

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| DEDICATORIA .....                              | 4  |
| RESUMEN.....                                   | 10 |
| ABSTRACT .....                                 | 11 |
| INTRODUCCIÓN.....                              | 12 |
| 1. OBJETIVOS .....                             | 14 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL .....                     | 14 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                | 14 |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA.....       | 15 |
| 3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS ..... | 21 |
| 4. APORTES DEL TRABAJO .....                   | 53 |
| 4.1 COGNITIVOS .....                           | 53 |
| 4.2 A LA COMUNIDAD .....                       | 57 |
| 5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO .....      | 59 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....        | 61 |
| 7. GLOSARIO.....                               | 63 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....             | 66 |
| 9. APENDICES Y ANEXOS.....                     | 69 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                            | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. "Granulometrías agregado siderúrgico gris" .....                                  | 22   |
| Tabla 2. "Primer desarrollo de Fases productos prefabricados primera etapa" .....          | 25   |
| Tabla 3. "Desarrollo final de Fases productos prefabricados primera etapa" .....           | 26   |
| Tabla 4. "Dosificaciones utilizadas en adoquines enviados a laboratorio" .....             | 30   |
| Tabla 5. "Dosificaciones utilizadas en Bordillos enviados a laboratorio" .....             | 33   |
| Tabla 6. "Dosificaciones utilizadas en cilindros de concreto enviados a laboratorio" ..... | 35   |
| Tabla 7. "Resultados de laboratorio para adoquín" .....                                    | 36   |
| Tabla 8. "Resultados de laboratorio para Bordillo" .....                                   | 37   |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                           | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. “Localización de la planta” .....                               | 18   |
| Figura 2. “Patio 1 Coproductos” .....                                     | 19   |
| Figura 3. “Deposito 1” .....                                              | 19   |
| Figura 4. “Patio 2 coproductos” .....                                     | 20   |
| Figura 5. “Primeros adoquines con material mezclado” .....                | 22   |
| Figura 6. “Materiales procesados en Coproductos” .....                    | 23   |
| Figura 7. “Aplicación de materiales en actividades de construcción” ..... | 23   |
| Figura 8. “Adoquín peatonal/vehicular” .....                              | 23   |
| Figura 9. “Bordillo A-85 y A-80” .....                                    | 24   |
| Figura 10. “Bloque tipo Lego” .....                                       | 24   |
| Figura 11. “Maceta/matera piramidal” .....                                | 24   |
| Figura 12. “Bloque estructural” .....                                     | 25   |
| Figura 13. “Banca circular” .....                                         | 25   |
| Figura 14. “Casas prefabricadas” .....                                    | 25   |
| Figura 15. “Cronograma de trabajo inicial” .....                          | 25   |
| Figura 16. “Cronograma de trabajo con ajustes” .....                      | 27   |
| Figura 17. “Árbol toma de decisiones etapa de desarrollo” .....           | 28   |
| Figura 18. “Planta de prefabricados (Area de prefabricados)” .....        | 29   |
| Figura 19. “Planta mezcladora (Planta de prefabricados)” .....            | 29   |
| Figura 20. “Planta de compresión (Planta de prefabricados)” .....         | 29   |
| Figura 21. “Zona designada para fundida de bordillos” .....               | 32   |
| Figura 22. “Formaleta Bordillos A-85” .....                               | 32   |
| Figura 23. “Mezcla realizada en trompo” .....                             | 33   |
| Figura 24. “Formaleta Maceta piramidal (Matera)” .....                    | 35   |
| Figura 25. “Formato Cronograma de entrega de agregado siderúrgico” .....  | 38   |
| Figura 26. “Relleno de predios” .....                                     | 39   |
| Figura 27. “Mejoramiento de vías” .....                                   | 39   |
| Figura 28. “Parqueaderos” .....                                           | 40   |
| Figura 29. “Formato Kpis area ambiental” .....                            | 40   |
| Figura 30. “Formato Kpis area de coproductos” .....                       | 41   |
| Figura 31. “Bandas trituradora” .....                                     | 42   |
| Figura 32. “Inventario materiales patios Coproductos” .....               | 42   |
| Figura 33. “Actividad 5” .....                                            | 44   |
| Figura 34. “Actividad 6” .....                                            | 44   |
| Figura 35. “Actividad 4” .....                                            | 45   |
| Figura 36. “Actividad 3” .....                                            | 45   |
| Figura 37. “Actividad 1” .....                                            | 45   |
| Figura 38. “Actividad 2 modificada” .....                                 | 46   |
| Figura 39. “Viga de confinamiento” .....                                  | 46   |
| Figura 40. “Fallas de fabricación en viga de confinamiento” .....         | 47   |



|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 41. “Resultado final Actividad 2 modificada” .....                  | 47 |
| Figura 42. “Ejemplo grafico avance ensayos de producto prefabricado” ..... | 49 |
| Figura 43. “Embalaje de Adoquines” .....                                   | 50 |
| Figura 44. “Densidades Tomadas en campo” .....                             | 51 |
| Figura 45. “Agregados siderúrgicos para mezclas de concreto” .....         | 52 |
| Figura 46. “Visita a Css Constructores S.A.” .....                         | 53 |
| Figura 47. “Visita Proyecto Municipio de Tuta.” .....                      | 53 |

## RESUMEN

El documento que se presenta a continuación, tiene como objetivo describir las actividades desarrolladas a lo largo de la pasantía como practicante de Ingeniería Civil en el área de Coproductos, con una duración de 26 Semanas (6 meses), comprendidos entre el 26 de enero y el 25 de julio del año 2021, durante las cuales, se realizaron actividades mediante la aplicación de conocimientos adquiridos en la formación académica sobre diferentes áreas, como, clasificación de materiales por granulometrías, términos de referencia, mezclas de concreto, supervisión y control de actividades en campo, análisis de precios unitarios (APU), entre otras.

Inicialmente, se da a conocer la historia, evolución y estructuración de la Empresa Gerdau Diaco, reconocida por ser el mayor productor de acero en Colombia con tres plantas y centros de figuración de acero (corte y doble) en las principales regiones del país, conformadas por diferentes áreas, como lo es coproductos, donde se llevó a cabo la pasantía, sector resaltado por el reaprovechamiento de material sobrante de procesos de la empresa, el cual, está encaminado a transformarlos en materiales de construcción.

También se explica el proceso de las actividades realizadas cuyos resultados se ven reflejados en su mayoría de forma gráfica e ilustrativa. De la misma manera, se encuentran actividades adicionales, las cuales surgieron en el transcurso de la pasantía y se lograron ejecutar de una forma fructífera, tanto para el área, como, para mi formación profesional y personal.

**Palabras Clave:** Coproductos, materiales de construcción, mezclas de concreto, granulometrías, reaprovechamiento.

## **ABSTRACT**

The document presented below aims to describe the activities developed throughout the internship as a Civil Engineering intern in the Co-Products area, with a duration of 26 Weeks (6 months), between January 26 and on July 25, 2021, during which activities were carried out through the application of knowledge acquired in academic training on different areas, such as classification of materials by granulometry, terms of reference, concrete mixtures, supervision and control of activities in the field, unit price analysis (APU), among others.

Initially, the history, evolution and structuring of the Gerdau Diaco Company is disclosed, recognized for being the largest steel producer in Colombia with three plants and steel figuration centers (cut and double) in the main regions of the country, made up of by different areas, such as co-products, where the internship was carried out, a sector highlighted by the reuse of leftover material from company processes, which is aimed at transforming them into construction materials.

The process of the activities carried out is also explained, the results of which are mostly reflected graphically and illustratively. In the same way, there are additional activities, which arose during the internship and were successfully executed, both for the area, as well as for my professional and personal training.

**Key Words:** Co-products, construction materials, concrete mixtures, granulometries, reuse.

## INTRODUCCIÓN

La práctica profesional o pasantía se realizó en la empresa DIACO S.A. planta Tuta, en el área de Coproductos cuya gestión comprende las siguientes actividades para los residuos y coproductos (Escorias, polvos, tierras y calamina): 1. Transporte, descargue y almacenamiento de Coproductos; 2. Procesamiento interno de Coproductos; 3. Procesamiento externo de Coproductos; 4. Destinación Coproductos. El área correspondiente a Coproductos es de 155.650 m<sup>2</sup>.

Estos residuos (Escorias, polvos, tierras y calamina) son destinados al área de coproductos para su destinación final o aprovechamiento dependiendo de su tipología, clasificación e impacto ambiental previsible.

Dentro de las actividades, la principal se refiere al proyecto de productos prefabricados haciendo uso de Agregados siderúrgicos (escorias ya procesadas) [4], como reemplazo de materiales pétreos.

Siendo las escorias uno de los principales residuos generados por la industria del acero, un residuo con alto porcentaje de hierro, en este orden de ideas se ha venido desarrollando a nivel mundial una variedad de usos en el sector de la construcción e infraestructura vial [5], resultados prometedores a nivel Boyacá se han visto en algunos tramos viales realizados por el consorcio Constructores Solarte, en los cuales se emplearon Agregados siderúrgicos en las capas asfálticas. Los resultados viables y prometedores llegan al punto de ser consideradas (escorias procesadas) Co-productos, *“paralelamente las tendencias crecientes del sector de la construcción civil y vial, demanda explotación de grandes cantidades de materiales para cubrir las necesidades del sector sin medir los impactos ambientales que causan dichas actividades. El aprovechamiento de las escorias negras, como agregado para concreto y asfalto, y el de las escorias blancas para el mejoramiento de los suelos, representan algunas de las alternativas para frenar el deterioro provocado por la actividad minera e impulsar el mercado de residuos industriales”* [5].

Por otro lado, el proyecto de productos prefabricados también tendría un impacto en el área de la construcción, empezando con un beneficio para la empresa DIACO S.A. en la cual se realizó la pasantía, utilización de los coproductos que se generan como el principal y secundario una futura incursión en el mercado con productos prefabricados a base de agregados siderúrgicos, los cuales tendrían un costo más bajo y resistencias siguiendo la respectiva NTC para cada producto.

A lo largo de la pasantía se pusieron en práctica conocimientos adquiridos en la asignatura de construcción y costos, para leer inicialmente los resultados de los ensayos de laboratorio en cuanto al diseño de mezcla a usar en las pruebas de

fabricación de cada producto y los diferentes ensayos de resistencia que se realizaron a los mismos, para conocer el avance del proyecto el cual tiene por objetivo llegar a una mezcla que cumpla con la NTC del respectivo producto y finalmente revisar y modificar de ser necesario, los análisis de precios unitarios (APU) del mismo, para obtener su costo de fabricación.

En cuanto a la asignatura de evaluación de proyectos y programación y control de obra, se pusieron en práctica los conocimientos teóricos de forma práctica, en los términos de referencia para las obras peatonales del área de coproductos. Y los conocimientos adquiridos en maquinaria y equipos ya que los procesos que se realizaban en el área requerían de maquinaria pesada entre las cuales la principal fue la trituradora presente en Patio 2 de coproductos.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar la práctica profesional o pasantía como Ingeniero Civil en la empresa multinacional DIACO S.A. planta Tuta en el área de Coproductos, ejecutando las actividades designadas en la misma, principalmente en la reestructuración y avance del proyecto de prefabricados haciendo uso de agregados siderúrgicos.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Supervisar la elaboración de prefabricados con los diseños de mezcla proporcionados por laboratorio durante la etapa de pruebas.
- Analizar los resultados de los ensayos de resistencia realizados a los productos prefabricados, elaborados con estos diseños.
- Definir un diseño de mezcla ideal que sirva como base para la elaboración de productos prefabricados, que cumplan con la respectiva resistencia exigida por NTC, y que, en dosificaciones, contengan mayor porcentaje de Agregado Siderúrgico y menos cemento.
- Supervisar y programar donaciones de Agregado Siderúrgico para llevar un control de la cantidad y uso que se le da al material entregado a personas naturales y jurídicas.
- Realizar gestión de indicadores e informes de los procesos realizados en el área de coproductos.

## **2. DESCRIPCIÓN DE EMPRESA Y AREA**

### **2.1 RESEÑA HISTORICA**

Gerdau Diaco, en sus inicios llamado Vascos y Boyacenses, que más tarde se renombraría Siderúrgica de Boyacá S.A, siendo esta semi-integrada, lo cual significa que su proceso de producción no incluye la extracción y primera fusión del mineral de hierro. El producto final se obtiene a partir de la fundición de la chatarra y posterior adición de ferroaleaciones, que en parte determinan las propiedades mecánicas como resistencia por unidad de área, punto de fluencia, tenacidad y resiliencia del material que compone el producto final.

Cuando se estableció en 1961, producía perfiles de menor tamaño laminados en caliente con una capacidad instalada de 10.000 toneladas año. En el año 1965 se montó el segundo tren de laminación y a finales de 1970 el tercer tren con el que se incrementó la capacidad instalada en 35.000 toneladas.

En 1962 inicia la producción de angulares, tes, canales U, perfil Z y cuadrados. En 1965 montó el segundo tren para la producción de redondos corrugados y en 1974 inició la elaboración de acero en horno de arco eléctrico. A partir de esta fecha cuenta con importantes avances tecnológicos como la máquina de colada continua, una cizalla de chatarra, instalación del Afino en horno cuchara, horno OBT (Offset Botton Topping) o sistema mejorado de perfil oval para colada por el fondo libre de escoria, de 40 toneladas de capacidad, sistema de producción en Slitting (hilo dividido) para barras de baja sección para asegurar las propiedades mecánicas en las barras corrugadas sismos resistentes la planta cuenta con el proceso de termo tratamiento.

En 1986 se instaló entre otros equipos, un nuevo horno en la etapa de acería, aumentando su capacidad instalada a 120.000 toneladas de palanquilla al año y 124.000 toneladas año de laminación y a partir de mayo de 1989 la compañía tiene una capacidad instalada de 160.000 toneladas en acería y 170.000 toneladas anuales en laminación.

En 1997 entró en funcionamiento un nuevo transformador para el horno OBT de 43 MVA de capacidad y junto con tres quemadores, lanzas e inyectoras de oxígeno para postcombustión permitieron elevar la productividad de 25 a 40 toneladas por hora. Esto logró aumentar la producción de la acería a 300 mil toneladas por año, las cuales dependiendo de la demanda se entregan a través de las plantas de laminación de Tuta y Muña.

Esta empresa cuenta con laboratorio para el análisis de materia prima e insumos utilizados en la fabricación de las diferentes calidades de acero, al igual que el de metrología para calibrar y patronar equipos de medición empleados en los procesos de producción.

El 28 de diciembre de 1997, la empresa hace parte de la unión que conforman también Siderúrgica del Muña, Armaduras Heliacero, Siderúrgica del Caribe y la distribuidora de Aceros Colombianos, fusionándose en una sola empresa, siendo la fusionadora Siderúrgica de Boyacá. En el año 2001, el grupo conformado adquiere a Siderúrgica de Medellín S.A SIMESA.A y toda la unión cambia su razón social a “Grupo Siderúrgico Diaco S.A”, en el año de 2005, el grupo Brasileiro Gerdau, adquiere a Diaco S.A. [4]

## **2.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y OBJETIVOS DE LA EMPRESA**

Estructura organizativa de las áreas de la empresa (patio de chatarras, acería, laminación y coproductos) [3]:

### **Patio de chatarra**

- Ingreso de materias primas.
- Almacenamiento de materias primas e Insumos.
- Industrialización de la chatarra (Fragmentación, oxicorte, compactación y corte mecánico, corte con tijera hidráulica) Acopio temporal del material procesado y análisis de peligrosidad.
- Movilización interna de metálicos.

### **Acería**

- Fusión y afino de la Chatarra.
- Colado de acero y formación de palanquilla.
- Mantenimiento en proceso (refractarios).

### **Laminación barras y perfiles**

- Recalentamiento de palanquilla.
- Laminación en Caliente.
- Terminación y Despacho.

### **Gestión de coproductos (Escorias, polvos, tierras y calamina)**

- Transporte y descargue de Coproductos.
- Procesamiento interno de Coproductos.
- Procesamiento externo de Coproductos.
- Destinación Coproductos.



- Transporte, descargue y almacenamiento Interno de Residuos.
- Destinación Externa de Residuos.
- Destinación interna polvo de Ductos.

Los objetivos del proyecto siderúrgico de la planta de Gerdau-Diaco S.A Tuta son [4]:

- Producción de acero, con base en chatarra en el proceso de acería semi integrada.
- Fabricar aceros al carbono para la construcción y la industria.
- Captar chatarra a nivel nacional como fuente de materia prima.
- Industrializar su materia prima antes del ingreso a la acería, para optimizar costos y gastos del proceso.
- Procesar sus residuos industriales buscando recuperar la perdida metálica del proceso siderúrgico.
- Posicionar comercialmente los coproductos resultantes del proceso de desmetalización de acero en la región para obras civiles o procesos alternativos.
- Optimizar los procesos industriales buscando los menores costos y demandas de recursos naturales, con base en los principios de desarrollo sostenible.

## **2.3 LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA**

La planta de Gerdau-Diaco S.A Tuta se encuentra ubicada en la vereda Resguardo del Municipio de Tuta, en el departamento de Boyacá-Colombia, al costado oriental de la carretera central del norte en el km 27 vía Tunja-Paipa como se observa en la Figura 1, delimitando en borde rojo el area total de la empresa y en negro en area de Coproductos.

Figura 1. "Localización de la planta"



Fuente: Diaco S.A, 2017 [6]

### Patio Coproductos

El patio de coproductos se encuentra en el interior de la Planta ubicado hacia el sector Este colindando con el Rio Chicamocha, está dividido en dos patios, los cuales tienen las siguientes características locativas:

- **Patio 1 y depósito 1:** No incluye el área de la planta de oxígeno. Zona en material de afirmado, parcialmente con cerramiento en bloques tipo lego en un 70 del perímetro (Área: 13759 m<sup>2</sup>). [4] (Figura 2).  
Área en material de afirmado y con un jarillón en tierra compactado. Está destinado a almacenar el material vegetal para reforestaciones (área: 53691 m<sup>2</sup>). [4] (Figura3).

Figura 2. “Patio 1 Coproductos”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Figura 3. “Deposito 1”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

- **Patio 2:** Área sin incluir río. La Zona tiene un cerramiento lateral en jarillones compactados y con cobertura de grama. El piso es en escoria seleccionada. La mayor parte de este patio tiene canales de aguas lluvias. Allí está instaladas las celdas de seguridad construidas, la cuales tiene cerramiento en muros de escoria y presentan cubrimiento con grama y obras hidráulicas para drenar el agua hacia canales perimetrales de aguas lluvias y piscinas de almacenamiento de ésta (área: 88200 m<sup>2</sup>). [4](Figura 4).



Figura 4. “Patio 2 coproductos”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

El patio de coproductos cuenta con un area total de 155650 m<sup>2</sup> que equivalen a 15.5 hectáreas, el proyecto de prefabricados se desarrolló en el patio de coproductos, en patio 1 se encuentran las zonas de fabricación, astecnia para procesamiento de la escoria blanca y planta de prefabricados, en patio dos se encuentra la trituradora en la cual se procesa la escoria negra y se obtiene el agregado siderúrgico gris de las diferentes granulometrías que se estandarizaron, la cantidad de material acopiado dejaba como limitante mantener una buena organización constante de los conos de material procesado y en ocasiones se llegó a mezclar el material, otra de las limitantes a la hora de tener una continuidad con el estado del material radico en el acopio de los materiales a usar, ya que al no ser constante el estado del material, los resultados variaron mucho a la hora de realizar las pruebas.

### **3. ESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

Todas las actividades desarrolladas contaron con el apoyo, autorización y supervisión del Ingeniero Oscar Andrés Gómez Figueredo quien fue el tutor por parte de la empresa. En coproductos se trabaja con una empresa contratista (BB-Equipos), la cual está bajo contrato, realizando trabajos asignados de varios frentes como lo es la trituración, prefabricados y corrientes Eddy; de igual manera con el Laboratorio López Hermanos para el desarrollo del proyecto de prefabricados.

#### **3.1 PROYECTO DE PREFABRICADOS**

El proyecto de prefabricados tiene como objetivo proyectar cada producto prefabricado con la inclusión de las materias primas resultantes de acería (escorias), procesadas en coproductos, con dosificaciones que garanticen dos cosas, menor porcentaje de cemento buscando una viabilidad económica y el cumplimiento de la normativa NTC para cada producto.

##### **3.1.1 Revisión del estado actual del proyecto e investigación de normativa respectiva para cada producto:**

Inicialmente, se revisó el estado actual del proyecto; se tiene una orden de servicios con el Laboratorio LOPEZ HERMANOS, la cual tiene como objetivos entregar diseños de mezcla de concreto para las pruebas de elaboración de los prefabricados (adoquín, bordillo y, maseta piramidal), y realizar ensayos de resistencia a los mismos para validar su cumplimiento con las NTC.

Se encontró que existían borradores de fichas técnicas de los productos prefabricados que se elaboraban y otros que se tienen previstos (Anexo 1).

Para cada producto se solicita un documento (paper), en los cuales se realiza una descripción del producto y el proceso que lleva a su estandarización; se tomó como base el Paper-bloque tipo lego (Anexo 2), siendo el único redactado hasta el momento de iniciar la pasantía.

El proyecto de prefabricados, fue la principal actividad a desarrollar como ingeniero civil del área; se procedió a revisar las fichas técnicas existentes y buscar las normativas NTC vigentes, para cada uno de los productos con los que se trabajó, así como, los respectivos ensayos de resistencia que se deben realizar a cada prefabricado.

### **3.1.2 Ajustes del proyecto (revisiones materiales, productos prefabricados, Fases, cronograma) y creación de flujo operacional de etapa de desarrollo:**

- **Materiales de construcción y Productos prefabricados:** Los agregados siderúrgicos como materiales de construcción, se estaban usando en diferentes obras internas, como en placas de piso, para diferentes zonas de las áreas de la planta; el procesamiento que se le realizaba inicialmente a la escoria no era 100% eficiente, ya que, la astecnia (trituradora patio 1 de coproductos), no tenía la capacidad ni la función de realizar una separación granulométrica específica del agregado siderúrgico.

Con el nuevo montaje en el patio 2, el procesamiento se tornó más efectivo y a una mayor escala, obteniendo granulometrías específicas, a las cuales, como pasante, se realizaron mediciones y se estandarizaron los tamaños del material (tabla 1), lo que llevó a una mejora en el proceso del proyecto, ya que, en los productos prefabricados que se elaboraban inicialmente, se usaban materiales mezclados (no tenían una buena separación), por lo cual no eran constantes las gradaciones para las dosificaciones que se implementaban en los prefabricados, notándose a simple vista en los adoquines que se elaboraban con el antiguo procesamiento del material (Figura 5).

Tabla 1. “Granulometrías agregado siderúrgico gris”

| ITEM | COPRODUCTO                | GRANULOMETRIA |
|------|---------------------------|---------------|
| 1    | Agregado siderúrgico gris | 3 mm          |
| 2    | Agregado siderúrgico gris | 6 mm          |
| 3    | Agregado siderúrgico gris | 3/8 “         |
| 4    | Agregado siderúrgico gris | 3/4 “         |
| 5    | Agregado siderúrgico gris | 1 ½ “         |
| 6    | Agregado siderúrgico gris | 2”            |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Figura 5. “Primeros adoquines con material mezclado”



Fuente: Autor, 2021.

Entre los materiales que se procesan en el área de coproductos se encuentran los siguientes: (Anexo 3) (Figura 6)

- Agregado siderúrgico gris.
- Agregado siderúrgico blanco.
- Tierras finas de fragmentadora.
- Calamina.

Figura 6. “Materiales procesados en Coproductos”



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Buscando la aplicación de estos materiales en actividades de la construcción como en revestimiento primario para vías urbanas y/o rurales, conservación de las vías, para capa de rodadura en vías, para patios de maniobra o parqueaderos, adecuación de terrenos empleando agregados siderúrgicos como base, muros de arrime tipo gaviones, como base y sub base en placas de concreto, industria cementera y productos prefabricados. (Figura 7).

Figura 7. “Aplicación de materiales en actividades de construcción”



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Dentro de los productos que se tienen previstos en el area de Coproductos (Anexo 3), se encuentran: adoquín peatonal/vehicular (Figura 8), Bordillo A-85 y A-80 (Figura 9), Bloque tipo Lego (Figura 10), Maceta/matera piramidal (Figura 11), Bloque estructural (Figura 12), Banca circular (Figura 13), Casas prefabricadas (Figura 14); como pasante se realizó la separación del proyecto en dos etapas, en vista de que con la cantidad de productos y el tiempo limitado, se tornaba complicado el desarrollo de todos en forma simultánea,



Figura 8. “Adoquín peatonal/vehicular”



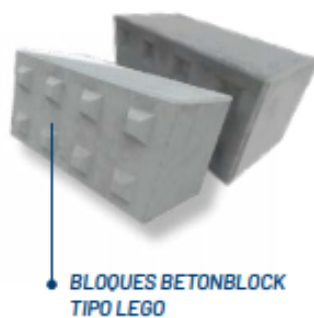
Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 9. “Bordillo A-85 y A-80”



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 10. “Bloque tipo Lego”



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 11. “Maceta/matera piramidal”



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 12. "Bloque estructural"



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 13. "Banca circular"



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 14. "Casas prefabricadas"



Fuente: Diaco S.A, 2021.

Las dos etapas para el desarrollo de los prefabricados, se definieron teniendo en cuenta y dando prioridad a los productos que son más requeridos en planta, por lo cual quedaron establecidas de la siguiente manera:

- **Productos Primera etapa:** Adoquín peatonal/vehicular, Bordillo A-85 y A-80, Maceta/matera piramidal y Bloque estructural.
- **Productos Segunda etapa:** Casas prefabricadas, banca circular.
- **Fases:** Para la primera presentación que se realizó al gerente de planta acerca del estado actual y avances del proyecto de prefabricados (Anexo 4) se establecieron como pasante, las fases de desarrollo, las cuales quedaron inicialmente de la siguiente manera (tabla 2):

Tabla 2. “Primer desarrollo de Fases productos prefabricados primera etapa”

| FASE | DESCRIPCION                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Caracterización de materias primas                                                                                                     |
| 2    | Revisión diseños de mezcla contratados con laboratorio externo para cada producto.                                                     |
| 3    | Fabricación prototipos en patio de coproductos con diseños de mezcla contratados y los usados habitualmente en planta.                 |
| 4    | Enviar prototipos fabricados a laboratorio externo para ensayos de resistencia.                                                        |
| 5    | Análisis y conclusiones a resultados de los ensayos de resistencia contratados para cada producto con diferentes escenarios de mezcla. |
| 6    | Estandarización de la mezcla ideal para cada producto.                                                                                 |
| 7    | Elaboración de ficha técnica del producto                                                                                              |
| 8    | Definición de costos de cada productos                                                                                                 |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Para la segunda presentación que se realizó al gerente de planta en el mes de Mayo acerca del estado actual y avances del proyecto de prefabricados (Anexo 5), ya se habían realizado ajustes en las fases de desarrollo, de acuerdo a lo observado en las pruebas hasta esa fecha, las cuales, quedaron finalmente de la siguiente manera de acuerdo a la operación (tabla 3):

Tabla 3. “Desarrollo final de Fases productos prefabricados primera etapa”

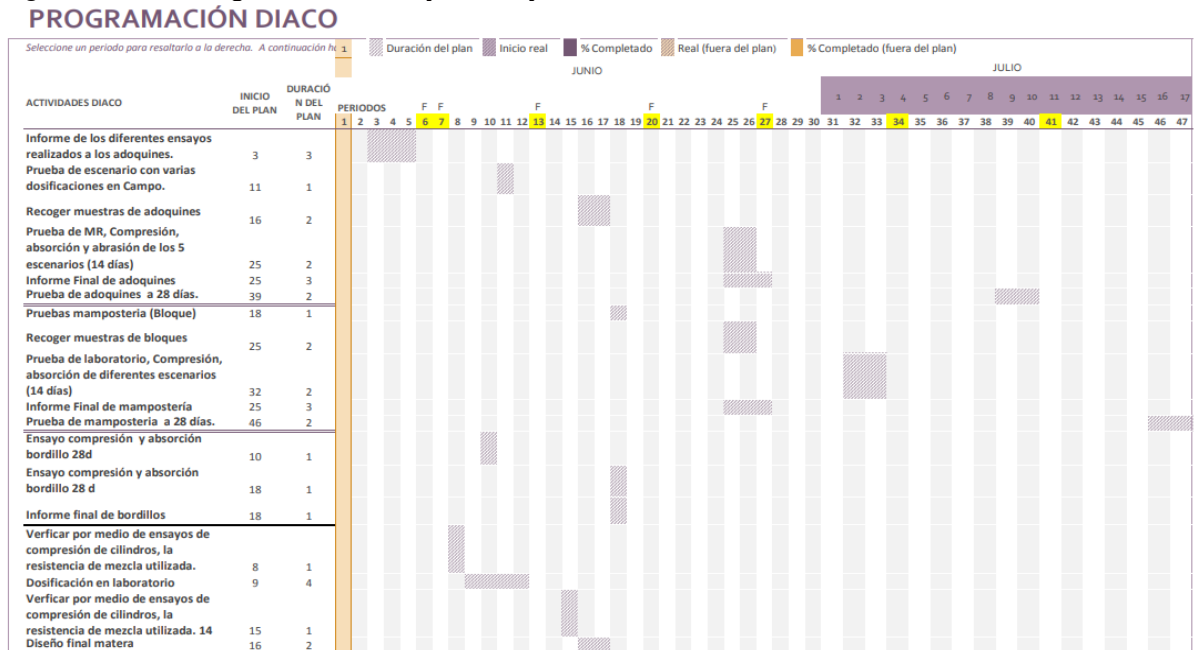
| FASE | DESCRIPCION                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Caracterización de materias primas                                                                                             |
| 2    | Revisión diseños de mezcla de laboratorio externo para cada producto.                                                          |
| 3    | Fabricación de prototipos en coproductos con diseños de mezcla revisados y los usados por la empresa contratista (BB-Equipos). |
| 4    | Envío de prototipos a laboratorio para ensayos de resistencia (calidad) respectivos.                                           |
| 5    | Analizar y concluir resultados de ensayos de resistencia (calidad) realizados a prototipos fabricados con diseños de mezcla.   |
| 6    | Estandarización de la mezcla ideal para cada producto.                                                                         |
| 7    | Elaboración de ficha técnica del producto                                                                                      |
| 8    | Elaboración de propuesta técnico-económica y ficha con costo asociado.                                                         |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

- **Cronograma de pruebas con laboratorio:** Se seguía un cronograma de trabajos para el proceso del desarrollo del proyecto de prefabricados que estaba de la siguiente manera (Anexo 6) (Figura 15):

[illegible]

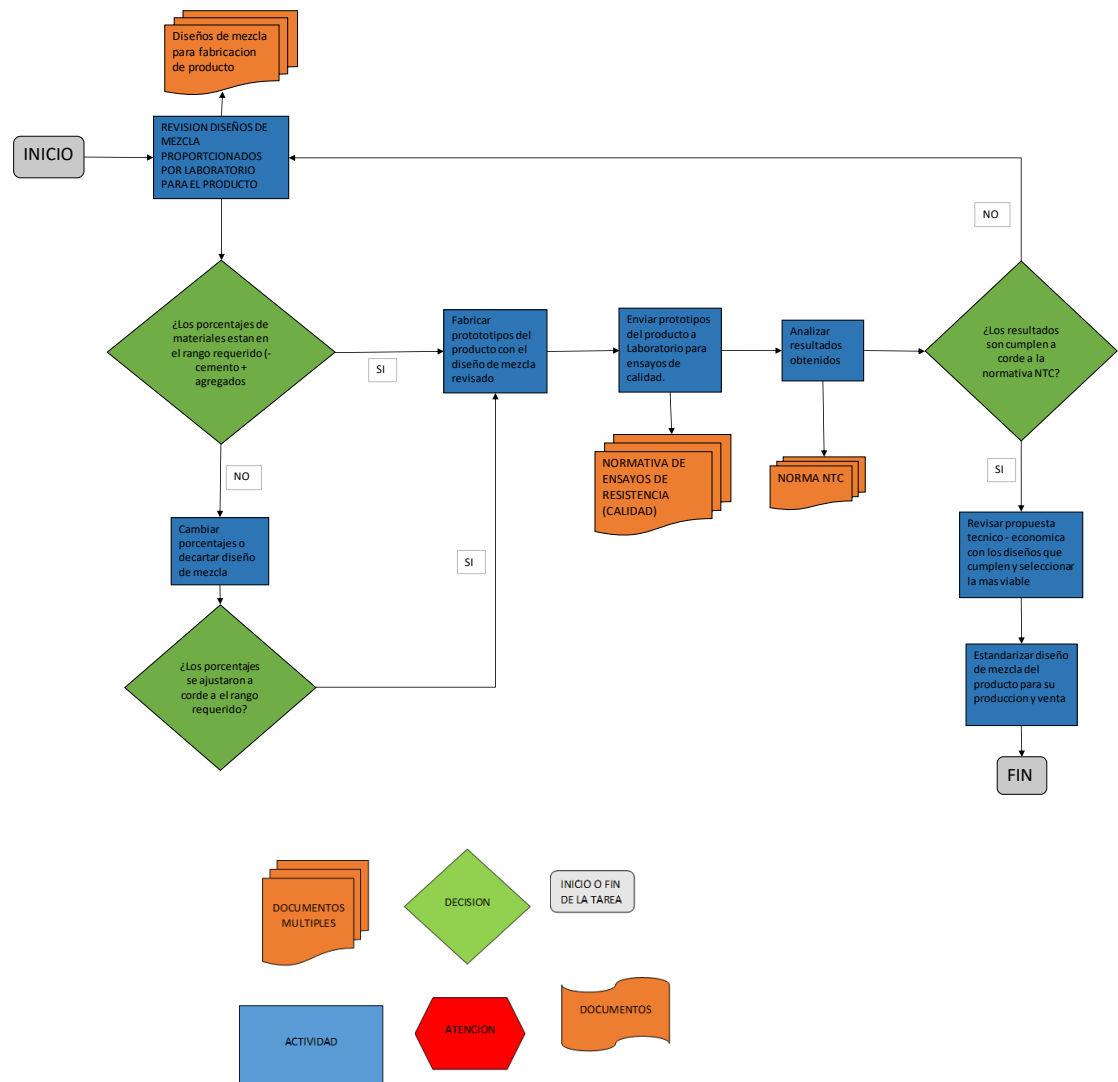
Figura 16. “Cronograma de trabajo con ajustes”



Fuente: Autor, Diaco S.A, Laboratorio López Hermanos, 2021.

- **Flujo operacional etapa de desarrollo:** Como pasante, se recibió la instrucción del ingeniero a cargo del área, de desarrollar un proceso de prefabricados (Anexo 8), en el cual se describen las actividades iniciales en el desarrollo de cada producto, desde la clasificación de los materiales hasta la resistencia que deben cumplir según su respectiva norma; a partir de esta actividad preliminar se desarrolló un flujo operacional inicial (Anexo 9), y con este se tuvo acompañamiento del área de calidad de la empresa para la estandarización del flujo operacional de la etapa de desarrollo, y el árbol de la toma de decisiones (Figura 17), con el cual el flujo operacional de la etapa de desarrollo se corrigió, definió y desarrollo correctamente (Anexo 10), y adicionalmente se tomó como base para dejar una propuesta para el flujo operacional de la etapa de producción.

Figura 17. “Árbol toma de decisiones etapa de desarrollo”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

### 3.1.3 Pruebas en planta con diferentes diseños de mezcla para adoquín vehicular, bordillo y maceta piramidal (matera).

Como pasante de ingeniería civil del área, se tenían asignada las funciones de supervisar y dirigir las pruebas de fabricación de los productos en campo, los cuales, posteriormente se enviaron al laboratorio para ensayos de resistencia exigidos por las respectivas normas de cada producto.

- **Adoquín vehicular/peatonal:** Las pruebas en planta para los adoquines tanto vehicular como peatonal se realizaron en la planta de prefabricados en el patio 1 (Figura 18), la cual está compuesta por una planta mezcladora (Figura 19) y una planta de compresión (Figura 20).

Figura 18. “Planta de prefabricados (Area de prefabricados)”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Figura 19. “Planta mezcladora (Planta de prefabricados)”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Figura 20. “Planta de compresión (Planta de prefabricados)”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

La fabricación de los adoquines, la realizaban anteriormente con un diseño empírico; visualmente se observó en varias unidades de adoquines, que los materiales no se homogenizaban de forma correcta (Figura 7), debido al proceso de trituración que se le realizaba a la escoria, el cual, era con la astecnia, de la que se obtenía un agregado siderúrgico sin eficiente separación por granulometrías.

Las pruebas se realizaron con agregados siderúrgicos gris (procesado en trituradora patio 2), agregado siderúrgico blanco (tamizado), y tierras finas (tamizado).

Las cantidades para los diseños de mezcla con los que se fabricaron adoquines para realizar pruebas, se observan en la tabla 4. La cantidad de mezcla realizada en la planta de mezclado fue de 0,15 m<sup>3</sup> para los diseños en las pruebas, excepto en la primera prueba para la cual se realizó una mezcla de 0,28 m<sup>3</sup> ya que ésta se realizó en trompo, debido a que la planta mezcladora se encontraba fuera de operación.

Como pasante se solicitó autorización previa al encargado del área, y se tomó la decisión de enviar a laboratorio 30 unidades fabricadas con cada diseño de mezcla para ensayos de resistencia exigidos por la norma NTC 2017 [6].



Tabla 4. “Dosificaciones utilizadas en adoquines enviados a laboratorio”

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |      |
| 30/03/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TRES MATERIALES PARA UN RESULTADO DE REFERENCIA |      |
| ESCENARIO INICIAL CANTIDADES PRUEBA 1 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/0,28m3                                       | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO GRIS 3/8" (PASA EL TAMIZ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 55                                              | 30%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO (RETENIDO EN TAMIZ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21                                              | 11%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO (PASA EL TAMIZ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 56                                              | 30%  |
| TIERRAS FINAS (PASA TAMIZ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8                                               | 4%   |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9                                               | 5%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 37                                              | 20%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 184                                             | 100% |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |      |
| 11/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SOLAMENTE UN MATERIAL                           |      |
| ESCENARIO 1.2 CANTIDADES PRUEBA 2 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1903                                            | 73%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 162                                             | 6%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 540                                             | 21%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2605                                            | 100% |
| Para 0,15 m3 de mezcla, se dosifico con 285 kg de agregado siderúrgico gris de 3 mm, 81 kg de cemento y 25 litros de agua. En el proceso de mezclado, se observó que los agregados no se homogenizaron correctamente, debido a que los tiempos de mezclado fueron muy cortos. Se recomienda tiempos de 2 minutos para homogenizar la mezcla en la siguiente prueba. |                                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |      |
| 11/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SOLAMENTE UN MATERIAL                           |      |
| ESCENARIO 1.3 CANTIDADES PRUEBA 3 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1903                                            | 73%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 162                                             | 6%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 540                                             | 21%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2605                                            | 100% |
| Para 0,15 m3 de mezcla, se dosifico con 285 kg de agregado siderúrgico gris de 3 mm, 81 kg de cemento y 23 litros de agua. En el proceso se cambiaron los tiempos de mezclado a 2 minutos para mejor homogenización de los agregados.                                                                                                                               |                                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |      |
| 11/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SOLAMENTE UN MATERIAL Y MAS CEMENTO             |      |
| ESCENARIO 1.4 CANTIDADES PRUEBA 4 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1120                                            | 59%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 163                                             | 9%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 604                                             | 32%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1887                                            | 100% |
| Para 0,15 m3 de mezcla, se realizó con dosificación similar al escenario 1.3 y con el aumento en la cantidad de cemento, 275 kg de agregado siderúrgico gris de 3 mm, 91 kg de cemento y 24 litros de agua. En el proceso se cambiaron los tiempos de mezclado a 2 minutos para mejor homogenización de los agregados.                                              |                                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                 |      |
| 11/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DOS MATERIALES EN DIFERENTES PROPORCIONES       |      |
| ESCENARIO 4 CANTIDADES PRUEBA 5 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1220                                            | 43%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 813                                             | 29%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 165                                             | 6%   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------|
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 615                                       | 22%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2813                                      | 100% |
| Para 0,15 m3 de mezcla, se dosifico con dos materiales en proporciones de 60% para el material más grueso y 40% para el material más fino, con aumento en la cantidad de cemento, 185 kg de agregado siderúrgico gris de 6 mm, 122 kg de agregado siderúrgico gris 3 mm, 92 kg de cemento y 24 litros de agua. En el proceso se cambiaron los tiempos de mezclado a 2 minutos para mejor homogenización de los agregados.                                                                                           |                                           |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |      |
| 11/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DOS MATERIALES EN DIFERENTES PROPORCIONES |      |
| ESCENARIO 3+ CANTIDADES PRUEBA 6 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/m3                                     | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 673                                       | 25%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1250                                      | 46%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 162                                       | 6%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 648                                       | 24%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2733                                      | 100% |
| Para 0,15 m3 de mezcla, se dosifico con dos materiales en proporciones de 65% para el material más fino y 35% para el material más grueso, con aumento en la cantidad de cemento, 187 kg de agregado siderúrgico gris de 3 mm, 100 kg de agregado siderúrgico gris 6 mm, 97 kg de cemento y 24 litros de agua. Por error involuntario del operador de la planta de agregaron 10 kg más de material 3 mm. En el proceso se cambiaron los tiempos de mezclado a 2 minutos para mejor homogenización de los agregados. |                                           |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |      |
| 11/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DOS MATERIALES EN DIFERENTES PROPORCIONES |      |
| ESCENARIO 3 CANTIDADES PRUEBA 7 EN CAMPO ADOQUIN VEHICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kg/m3                                     | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 673                                       | 25%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1250                                      | 46%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 162                                       | 6%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 648                                       | 24%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2733                                      | 100% |
| Para 0,15 m3 de mezcla, se dosifico con las cantidades del mismo escenario anterior realizando la corrección del exceso de material 3 mm de la prueba anterior. En el proceso se cambiaron los tiempos de mezclado a 2 minutos para mejor homogenización de los agregados.                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |      |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

- **Bordillo:** Las pruebas en planta para los Bordillos se realizaron en la zona designada del patio 1 (Figura 21) en la cual se encontraban las herramientas y equipos como lo fueron: la mezcladora de concreto, las formaletas, vibrador de concreto, retroexcavadora (pajarita) y demás herramientas menores; para la fabricación de los bordillos se hace uso de la formaleta (Figura 22) y la mezcla se realiza en trompo (Figura 23).

Figura 21. “Zona designada para fundida de bordillos”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Figura 22. “Formaleta Bordillos A-85”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021

Figura 23. “Mezcla realizada en trompo”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Al igual que los adoquines, la fabricación de los bordillos la realizaban anteriormente con un diseño empírico; visualmente se observó en las unidades de Bordillos un buen acabado debido a la dosificación que se realizaba; se enviaron unidades a laboratorio para certificarla o descartarla, acorde a lo exigido por la norma NTC 4109 [7].

Las pruebas se realizaron con agregados siderúrgicos gris (procesado en trituradora patio 2), y agregado siderúrgico blanco (procesado en patio 1). Las cantidades para los diseños de mezcla con los que se fabricaron Bordillos para realizar pruebas se observan en la tabla 5.

También con previa autorización del encargado de área, se enviaron a laboratorio unidades fabricadas con cada diseño de mezcla para ensayos de resistencia exigidos por la norma NTC 4109 [7].

Tabla 5. “Dosificaciones utilizadas en Bordillos enviados a laboratorio”

| 18/02/2021                                                                                                                                                        |       |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| TRES MATERIALES PARA UN RESULTADO DE REFERENCIA                                                                                                                   |       |      |
| CANTIDADES PRUEBA 1 EN CAMPO BORDILLO                                                                                                                             |       |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                          | Kg/m3 | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO GRIS 3/8"                                                                                                                                    | 913   | 39%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO                                                                                                                                       | 538   | 23%  |
| TIERRAS FINAS                                                                                                                                                     | 79    | 3%   |
| AGUA (L)                                                                                                                                                          | 296   | 13%  |
| CEMENTO                                                                                                                                                           | 500   | 21%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                           | 2326  | 100% |
| Se fabricó un bordillo con esta dosificación para enviar a laboratorio y realizar ensayos de resistencia a flexotracción y 7 cilindros para ensayos a compresión. |       |      |

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------|
| 18/02/2021                                                                                                                                                                                                                      | TRES MATERIALES PARA UN RESULTADO DE REFERENCIA |      |
| CANTIDADES PRUEBA 2 EN CAMPO BORDILLO                                                                                                                                                                                           |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                        | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO GRIS 3/8"                                                                                                                                                                                                  | 913                                             | 41%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO                                                                                                                                                                                                     | 538                                             | 24%  |
| TIERRAS FINAS                                                                                                                                                                                                                   | 79                                              | 4%   |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                        | 190                                             | 9%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                         | 500                                             | 23%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                         | 2220                                            | 100% |
| Para la segunda prueba inicial se reduce la cantidad de agua con el objetivo de observar el comportamiento de la mezcla y reducir el tiempo de fraguado, con forme a los tiempos que se manejaban para el desencofrado.         |                                                 |      |
| 18/02/2021                                                                                                                                                                                                                      | BORDILLO FABRICADO POR BB-EQUIPOS               |      |
| Se tomó como la tercera prueba, se solicitó la fabricación de un bordillo con la dosificación habitualmente utilizada por la empresa contratista, y se procedió a enviarlo a laboratorio para descartar y confirmar su calidad. |                                                 |      |
| 4/05/2021                                                                                                                                                                                                                       | DOS MATERIALES                                  |      |
| CANTIDADES PRUEBA 4 EN CAMPO BORDILLO                                                                                                                                                                                           |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                        | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 3/4"                                                                                                                                                                                                       | 1266                                            | 50%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO                                                                                                                                                                                                     | 543                                             | 21%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                        | 212                                             | 8%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                         | 505                                             | 20%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                         | 2526                                            | 100% |
| Se fabricó un bordillo con esta dosificación para enviar a laboratorio y realizar ensayos de resistencia a flexotraccion y 5 cilindros para ensayos a compresión.                                                               |                                                 |      |
| 21/05/2021                                                                                                                                                                                                                      | CUATRO MATERIALES                               |      |
| CANTIDADES PRUEBA 5 EN CAMPO BORDILLO                                                                                                                                                                                           |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                        | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 3/8"                                                                                                                                                                                                       | 262                                             | 10%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 6 mm                                                                                                                                                                                                       | 698                                             | 28%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                       | 262                                             | 10%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO                                                                                                                                                                                                     | 523                                             | 21%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                        | 251                                             | 10%  |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                         | 505                                             | 20%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                         | 2501                                            | 100% |
| En esta prueba se implementaron más de dos materiales, se fabricó un bordillo con esta dosificación para enviar a laboratorio y realizar ensayos de resistencia a flexotraccion.                                                |                                                 |      |
| 22/06/2021                                                                                                                                                                                                                      | CUATRO MATERIALES Y MENOS CEMENTO               |      |
| CANTIDADES PRUEBA 6 EN CAMPO BORDILLO                                                                                                                                                                                           |                                                 |      |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                        | Kg/m3                                           | %    |
| AGREGADO SIDERURGICO 3/8"                                                                                                                                                                                                       | 269                                             | 11%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 6 mm                                                                                                                                                                                                       | 717                                             | 29%  |
| AGREGADO SIDERURGICO 3 mm                                                                                                                                                                                                       | 269                                             | 11%  |
| AGREGADO SIDERURGICO BLANCO                                                                                                                                                                                                     | 538                                             | 22%  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                        | 209                                             | 8%   |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                         | 464                                             | 19%  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                         | 2466                                            | 100% |
| Tomando como base las cantidades de la prueba 5 se procedió a reducir la cantidad de cemento, se fabricaron tres unidades para enviar a laboratorio y realizar ensayos de resistencia a flexotraccion.                          |                                                 |      |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

- **Maceta piramidal (matera):** Las pruebas en planta para la Maceta piramidal se realizaron en la zona designada del patio 1, misma zona de bordillos (Figura 21), en la cual se encontraban las herramientas y equipos necesarios: la mezcladora de concreto, las formaletas, martillo de goma (chipote), retroexcavadora (pajarita), y demás herramientas menores; para la fabricación de macetas piramidales, se hace uso de la formaleta respectiva (Figura 24) y la mezcla se realiza en trompo (Figura 23).

Figura 24. “Formaleta Maceta piramidal (Matera)”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

La fabricación de Macetas piramidales la realizaban anteriormente con un diseño empírico, visualmente se observó en las unidades tenían un buen acabado debido a la dosificación que se realizaba; teniendo en cuenta que no existe una normativa específica para este elemento, únicamente se tomó en cuenta la resistencia de la mezcla, para lo cual se fabricaron 10 cilindros con mezcla de concreto en campo, los cuales se enviaron a laboratorio para certificarla o descartarla, se esperaba una resistencia mínima de 2500 PSI, la fabricación y ensayos a los cilindros se realizó acorde a lo establecido en la norma NTC 673 [8].

Las pruebas se realizaron con agregados siderúrgicos gris (procesado en trituradora patio 2).

Las cantidades para el diseño de mezcla usado por la empresa contratista con las que se fabricaron los cilindros en campo para realizar ensayos de compresión se observan en la tabla 6.

Se enviaron a laboratorio para ensayos de compresión como se establece en la norma NTC 673 [8].

Tabla 6. “Dosificaciones utilizadas en cilindros de concreto enviados a laboratorio”

| 1/06/2021                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |               | DOS MATERIALES |      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------|----------------|------|--|
| CANTIDADES DOSIFICACION USADA POR EMPRESA CONTRATISTA                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |                |      |  |
| MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Kg para 2 UND |                | %    |  |
| AGREGADO SIDERURGICO 3/8"                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 36,75         |                | 15%  |  |
| AGREGADO SIDERURGICO 6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 128           |                | 52%  |  |
| AGUA (L)                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | 31,1          |                | 13%  |  |
| CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | 50            |                | 20%  |  |
| TOTAL =                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | 245,85        |                | 100% |  |
| Se realizó prueba en campo con colaboración de cuadrilla empresa contratista, se tomó como referencia un saco de cemento (50 kg con el cual se obtiene mezcla para dos macetas piramidales), para la fabricación de los cilindros de concreto, y una maceta piramidal con mezcla restante. |  |               |                |      |  |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

### 3.1.4 Análisis de resultados para estandarizar diseño de mezcla ideal del producto.

- **Adoquín vehicular/peatonal:** Como pasante Los resultados de las unidades enviadas al laboratorio para ensayos exigidos por la NTC 2017 [6], se observan en la Tabla 7:

Tabla 7. “Resultados de laboratorio para adoquín”

| GERDAU<br>DIACO      |          | ENSAYOS ADOQUINES |             | NORMA NTC 2017 |                              |        |                                        |              |
|----------------------|----------|-------------------|-------------|----------------|------------------------------|--------|----------------------------------------|--------------|
| FECHA DE FABRICACION | MUESTRAS | ADOQUIN           | % ABSORCION |                | MODULO DE ROTURA mínimo(Mpa) |        |                                        |              |
|                      |          |                   | ENSAYO      | NORMA (%max)   | % DESARROLLO                 | ENSAYO | NORMA (28 días) 5 promedio especimenes | % DESARROLLO |
| Inicio               | 4        | ByB equipos       | 13,5%       | 7%             | 52%                          | 1,18   | 4,2                                    | 28%          |
| 30-mar               | 5        | 1) DIACO          | 23,4%       | 7%             | 30%                          | 0,91   | 4,2                                    | 22%          |
| 16-abr               | 5        | ByB equipos       | 11,5%       | 7%             | 61%                          | 2,39   | 4,2                                    | 57%          |
| 17-abr               | 5        | ByB equipos       | 12,5%       | 7%             | 56%                          | 1,96   | 4,2                                    | 47%          |
| 20-abr               | 5        | ByB equipos       | 14,0%       | 7%             | 50%                          | 2,14   | 4,2                                    | 51%          |
| 11-jun               | 5        | 2) DIACO 1,2      | 11,9%       | 7%             | 59%                          | 2,21   | 4,2                                    | 53%          |
|                      | 5        | 3) DIACO 1,3      | 11,2%       | 7%             | 63%                          | 2,33   | 4,2                                    | 55%          |
|                      | 5        | 4) DIACO 1,4      | 11,8%       | 7%             | 59%                          | 2,18   | 4,2                                    | 52%          |
|                      | 5        | 5) DIACO 4        | 11,5%       | 7%             | 61%                          | 1,65   | 4,2                                    | 39%          |
|                      | 5        | 6) DIACO 3+       | 10,9%       | 7%             | 64%                          | 1,94   | 4,2                                    | 46%          |
|                      | 5        | 7) DIACO 3        | 11,3%       | 7%             | 62%                          | 1,46   | 4,2                                    | 35%          |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.



En el desarrollo de este producto a parte de los resultados poco favorables, se encontraron más factores que afectaron el avance como lo fueron los tiempos de mezclado, tiempos de secado, imprevistos y paradas de la planta mezcladora e incapacidad física del operario de la misma en un codo. El historial de los trabajos y avances en este producto se encuentran en el Adoquín-Paper (Anexo 11).

Como se observa en la tabla 7, el porcentaje de desarrollo que se obtuvo en las pruebas, no fue muy favorable, como pasantía

- **Bordillo:** Los resultados de las unidades enviadas al laboratorio para ensayos exigidos por la NTC 4109 [7], se observan en la Tabla 8:

Tabla 8. “Resultados de laboratorio para Bordillo”

|  | ENSAYOS BORDILLOS |       |                        | NORMA NTC 4109 |     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------|----------------|-----|------------|
|                                                                                   | Carga Máxima      |       | Módulo de Rotura (Mpa) |                | %   |            |
|                                                                                   | Kg/cm2            | N     | Indv                   | Resultado      | Nom | Desarrollo |
| 1) DIACO MEZCLA #1                                                                | 19                | 42264 | 3,4                    | NO_CUMPLE      | 3,5 | 97%        |
| 2) DIACO MEZCLA #2                                                                | 20                | 44488 | 3,6                    | CUMPLE         | 3,5 | 103%       |
| 3) BB-Equipos                                                                     | 10                | 22244 | 1,8                    | NO_CUMPLE      | 3,5 | 51%        |
| 4) DIACO MEZCLA #4                                                                | 132               | 41615 | 3,5                    | NO_CUMPLE      | 3,5 | 100%       |
| 5) DIACO MEZCLA #5                                                                | 180               | 54988 | 4,5                    | CUMPLE         | 3,5 | 129%       |
| 6) DIACO 1 MEZCLA #6                                                              | 220               | 67208 | 5,4                    | CUMPLE         | 3,5 | 154%       |
| 6) DIACO 2 MEZCLA #7                                                              | 170               | 51933 | 4,3                    | CUMPLE         | 3,5 | 123%       |
| 6) DIACO 3 MEZCLA #8                                                              | 180               | 54988 | 4,5                    | CUMPLE         | 3,5 | 129%       |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

En el desarrollo de este producto se descartó el diseño de mezcla inicialmente utilizado por la empresa contratista y se estandariza el ideal con resultados muy favorables superando la expectativa. El historial de los trabajos y avances en este producto se encuentran en el Bordillo-Paper (Anexo 12).

- **Maceta piramidal (matera):** Los resultados de los ensayos de compresión realizados a los cilindros enviados al laboratorio para ensayo siguiendo la norma NTC 673 [8], se observan en el Paper-Maceta piramidal (Anexo 13). En el desarrollo de este producto se confirmó que el diseño de mezcla inicialmente utilizado por la empresa contratista es favorable y se



estandariza como el ideal con resultados muy favorables superando la expectativa. El historial de los trabajos y avances en este producto se encuentran en el Paper-Maceta piramidal (Anexo 13).

### 3.2 SUPERVIZAR DONACIONES Y VENTAS DE AGREGADO SIDERURGICO

Las donaciones de agregado siderúrgico se realizan siguiendo unos requisitos establecidos por la empresa, los requisitos se ajustaron y definieron con un rango aproximado para donación luego del cual se empezara con venta del material. La salida del material para usos externos como donaciones y ventas apoya al area de coproductos ya que el material ocupa espacio y de igual manera se siguen procesado y generando escorias, de tal manera que sin la salida de estos materiales procesados (Agregados siderúrgicos y calamina) el area colapsaría debido a la capacidad de almacenamiento de los patios.

- **Donaciones:** Las solicitudes para donaciones de los agregados siderúrgicos son recibidas por el area de coproductos, se verifica que el documento de solicitud cumpla con los requisitos (Anexo 14) antes de ser radicadas en el area de archivo para su aprobación por parte de la empresa, seguido de la aprobación se contacta con el solicitante para programar el retiro del material con un formato de cronograma establecido (Figura 25) en el cual se relaciona: nombre del solicitante, nombre de conductor(es) de vehículo(s) que retira el material, placas de vehículo(s), material que se va a retirar, cantidad y fecha(s) de retiro; los requisitos exigidos para el ingreso de los vehículos a planta para el retiro del material también se contemplan en el Anexo 14, en cuando a los tipos de solicitantes, se encuentran personas naturales, empresas y alcaldías, las alcaldías tienen prioridad.

Figura 25. "Formato Cronograma de entrega de agregado siderúrgico"

| CRONOGRAMA DE ENTREGA DE AGREGADO SIDERURGICO |                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                             |                                         |                         |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| Semana del 23 al 26 de Marzo                  |                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                             |                                         |                         |
| Nombre del solicitante                        | Nombre del conductor                                                                                                                                                | Placas de vehículo                                                                              | Tipo de material            | Cant.                                   | Fecha de retiro         |
| Alcaldía de Tuta                              | FLORIBERTO BARON<br>ISMAEL VIASUS<br>OSCAR SUAREZ<br>MIGUEL MEDINA<br>HELBERTH MAYORGA<br>PRIMITIVO SANCHEZ<br>HELBERTH MATEUS<br>OSCAR SANABRIA<br>HECTOR GRANADOS | OIZ-245<br>OCM-375<br>OQF-123<br>OCM-387<br>GKE-441<br>SKY-897<br>BSM-537<br>JIB-540<br>INI-566 | Agregado Siderurgico Blanco | Agregado Siderurgico Blanco             | 23/03/2021 - 24/03/2021 |
| Plutarco Martínez ( SEMITEC SAS )             | Jairo Alexander Piracative                                                                                                                                          | SKV-756                                                                                         | Agregado siderurgico Blanco | 35 Ton Agregado siderurgico Blanco      | 24/03/2021 - 26/03/2021 |
| Adolfo Zapata                                 | Helbert Mateus                                                                                                                                                      | BSM-537                                                                                         | Agregado siderurgico gris   | 35 Ton Agregado siderurgico gris de 1/2 | 24/03/2021              |
| Auto americas ( Daniel eduardo )              | Edwar Alfonso Botia Reyes                                                                                                                                           | SZ2-883                                                                                         | Agregado siderurgico gris   | 35 Ton Agregado siderurgico gris        | 25/03/2021              |
| Alcaldia de Paipa                             | Jose Jairo Conedor Fonseca<br>Parmenio Coronado<br>Marco Isaias Hurtado<br>Alcides Fonseca Lopez<br>Nevardo Antonio Puerto                                          | OCB 417<br>OLK 002<br>OCD 411<br>OCD 410<br>OCD 412                                             | Agregado Siderurgico Blanco | Agregado Siderurgico Blanco             | 25/03/2021 - 26/03/2021 |

Fuente: Diaco S.A, 2021.

- **Ventas:** Las solicitudes de venta de los agregados siderúrgicos son recepcionadas por el area de coproductos, se verifica que el documento de solicitud cumpla con los requisitos (Anexo 15) antes de ser radicadas en el area de archivo para su aprobación por parte de la empresa, (las solicitudes dejan de considerarse como donaciones cuando la misma supera las toneladas limites, en ese orden de idea se realiza donación de la cantidad establecida como tal y el excedente de toneladas de material se entregara en calidad de venta), seguido de la aprobación se contacta con el solicitante para programar el retiro del material con un formato de cronograma establecido (Figura 25) en el cual se relaciona: nombre del solicitante, nombre de conductor(es) de vehículo(s) que retira el material, placas de vehículo(s), material que se va a retirar, cantidad y fecha(s) de retiro; los requisitos exigidos para el ingreso de los vehículos a planta para el retiro del material también se contemplan en el Anexo 15, en cuando a los tipos de solicitantes, se encuentran personas naturales y empresas, para la venta se realiza una creación como cliente del solicitante siguiendo los requisitos para creación como cliente (Anexo 15).  
Se lleva un control de las solicitudes las cuales son atendidas por orden de aprobación, así como las evidencias que deben ser entregadas por el solicitante del uso que se le está dando al material entregado y comprobar que se está usando conforme a lo solicitado en el documento aprobado, usos como relleno de predios (Figura 26), mejoramiento de vías (Figura 27), parqueaderos (Figura 28), entre otros (Anexo 16).

Figura 26. "Relleno de predios"



Fuente: Solicitante de material, Diaco S.A, 2021.

Figura 27. "Mejoramiento de vías"



Fuente: Solicitante de material, Diaco S.A, 2021.

Figura 27. “Mejoramiento de vías”



Fuente: Solicitante de material, Diaco S.A, 2021.

Figura 28. “Parqueaderos”



Fuente: Solicitante de material, Diaco S.A, 2021.

### 3.3 GESTION DE INDICADORES E INFORMES (SUPERVISION TOPOGRAFIA)

Mensualmente, como pasante, cumplía la función de realizar informes del area, entre los cuales unos son los que se reportan al area ambiental (KPIS, informe bimensual a corpoboyaca) y los otros tienen relación con el acta de cierre mensual del contrato que se tiene con la empresa BB-Equipos, los cuales se presentaban al jefe del area para su aprobación y entrega final:

- **Area ambiental:**
  - **Kpi:** Los Kpis son informes que se realizan mensualmente con el area ambiental, el cual consiste en reportar desde coproductos la utilidad que

se le da a los materiales procesados y recuperados en el area de Coproductos, entre los materiales se encuentran: Agregados siderúrgicos, calamina, tierras de la fragmentadora y no ferrosos.

En los Kpis, el area ambiental envía el formato respectivo del Kpi mensual (Figura 29) con los datos de generación en el mes, en el area de coproductos también se tiene un formato para Kpis (Figura 30) que se completa inicialmente para tener como referencia a la hora de diligenciar los datos solicitados por el area ambiental.

Figura 29. "Formato Kpis area ambiental"

| Residuos                                                 | Destinación   | Reproceso | Destino |
|----------------------------------------------------------|---------------|-----------|---------|
| ACERTE USADO                                             | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ACIDO USADO                                              | Tratamiento   | 2,300     | Cemento |
| BATA COMUN                                               | Reutilización | 2,300     | Cemento |
| BATERIA                                                  | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| CARTON                                                   | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| CASCARILLA (LAMINADA) DE HIERRO                          | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| CHATAFRA DE COBRE AMARILLO                               | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTOS BRONCE                                            | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTOS BRONCE (PARA LIMPIEZA)                            | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ACERO INOXIDABLE Y ALUMINO GRUESO                        | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTOS ALUMINO                                           | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTOS ACERO INOXIDABLE                                  | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTOS ALUMINO BLANCO                                    | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTO ANTRACENO                                          | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTO TABLITA ELECTRONICA                                | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| BULTO COBRE (PARA LIMPIEZA)                              | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| PIEZAS EN ACERO INOXIDABLE                               | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| CABLE ENCAUCHETADO                                       | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ACERO INOXIDABLE (CORRIENTES EDDY)                       | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| MEZCLA CORRIENTES EDDY                                   | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| COBRE ELECTROLITICO                                      | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| UNIFORMES DE COBRE                                       | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| UNIFORMES DE BRONCE                                      | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| INDUCIDOS VARIOS COBRE                                   | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| MOTORES ELECTRICOS VARIOS                                | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ELECTRICO                                                | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ERRUTRON (FUSIONACERTE)                                  | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ESCORIA DE ACERNA                                        | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| ESCORIA DE HIERRO LALA                                   | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| GRASAS INDUSTRIALES                                      | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| RESIDUOS DE LA FRAGMENTADORA                             | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| LAMPARAS USADAS                                          | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| LODOS PLANTA DE TRATAMIENTO PTARD                        | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| LODOS CARCAMOS CAJA Y SISTEMA DE AGUA LLUVIA             | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| LODOS DE LA TRAMPA DE GRASAS CAJINO                      | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| LODO TRAMPA DE GRASAS DE AGUA LLUVIA                     | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| MATERIA                                                  | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| MANGAS DEL SISTEMA DE CONTROL DE POLUCION                | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| MATERIAL CONTAMINADO DIVERSOS (Materia, toques, control) | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |
| PAPEL                                                    | Reciclaje     | 2,300     | Cemento |

Fuente: Diaco S.A, 2021.

Figura 30. "Formato Kpis area de coproductos"

| Residuos                                                                                                         | Destinación   | Reproceso | Destino |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|---------|
| Escoria negra                                                                                                    | Reciclaje     | 1840,17   | Cemento |
| Escoria Blanca                                                                                                   | Tratamiento   | 405,67    | Cemento |
| Polvo de Acería                                                                                                  | Reutilización | 439,29    | Cemento |
| Calamina                                                                                                         | Reciclaje     | 77,81     | Cemento |
| Tierras de la fragmentadora                                                                                      | Reciclaje     | 0         | Cemento |
| Electrodo                                                                                                        | Reciclaje     | 0         | Cemento |
| Residuos sólidos contaminados con hidrocarburos/grasa usada, agua contaminada con aceite, emulsiões de querosene | Reciclaje     | 3,22      | Cemento |

Fuente: Diaco S.A, 2021.

- **Informe bimensual a Corpoboyaca:** El informe bimensual (Anexo 17) que se reporta a Corpoboyaca consiste en un documento informando: generación de escorias en el periodo, procesamiento, recuperación metálica, posicionamiento / aprovechamiento y valorización de (agregados siderúrgicos) escorias en el mercado, acciones de

innovación y desarrollo, cumplimiento de cronograma, informes de indicadores de seguimiento y registro fotográfico.

- **Actas de cierre:** El contrato de trituración se inició con la empresa BB-Equipos en el mes de abril.

El contrato consta de metas de recuperación mensuales y de trituración de las escorias, para los discursos inicialmente se realizó una orden de servicio para conocer las cantidades de agregados siderúrgicos ya procesados existentes en los patios de coproductos, este procedimiento se realizó por topografía para conocer los volúmenes de las pilas presentes en los patios (f (Anexo 18); de igual manera se tomaron muestras de los agregados y se enviaron al laboratorio para conocer las densidades (Anexo 18) y así con los volúmenes obtenidos en la topografía, tener la cantidad en toneladas de material presente en coproductos para iniciar de ceros con las metas de procesamiento y trituración del contrato.

Mensualmente se realizan actas de cierre con el objetivo de revisar el cumplimiento de las metas definidas en el contrato, y realizar los descuentos respectivos del valor mensual del contrato; para la cuantificación de toneladas procesadas en el mes, se realiza topografía los primeros días del mes a las pilas resultantes del material procesado y acopiado por las bandas de la trituradora (Figura 31), y a las demás pilas (calamina y agregado siderúrgico blanco); las cuales se evidencian con la topografía (Figura 32).

Figura 31. “Bandas trituradora”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Figura 32. “Inventario materiales patios Coproductos”

| INFORME TÉCNICO CUBICACIÓN PILAS PROCESADAS BB EQUIPOS JUNIO 05 2021 |                                              |                   |                                    |                          |                         |                           | METROCONSTRUCCIONES SAS OBRAS CIVILES                                                                                       |       |          |                                            |                                                                                                                                                                                                                |                             |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Item                                                                 | Descripción                                  | Intensidad (T/m²) | Topografía Geodas Diaco Volumen m³ | Volumen anterior m³ Foto | Volumen m³ (Junio 2021) | Existencias procesadas m³ | Observaciones                                                                                                               | Fotos | Modelado | Valto                                      | Calculo                                                                                                                                                                                                        | Ubicación                   |
| 1                                                                    | BANDA 2 AGREGADO SIDERURGICO GRS 3mm         | 1,9               | 12,85                              | 0,00                     | 12,85                   | 24,42                     |                                                                                                                             |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| 2                                                                    | BANDA 4 AGREGADO SIDERURGICO GRS 3/4"        | 1,9               | 607,05                             | 305,13                   | 301,92                  | 573,65                    |                                                                                                                             |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| 3                                                                    | BANDA 5 AGREGADO SIDERURGICO GRS 6mm         | 1,9               | 5,03                               | 74,61                    | 5,03                    | 9,56                      | A PILA EXISTENTE EN EL AREA DE LA PILA 2, donde se va a utilizar para CTS. Contiene en su proceso de flujo, ver foto 1 y 2. |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| 4                                                                    | BANDA 6 AGREGADO SIDERURGICO GRS 3/8"        | 1,9               | 252,36                             | 101,00                   | 151,36                  | 287,58                    |                                                                                                                             |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| 5                                                                    | BANDA 7 AGREGADO SIDERURGICO GRS 1 1/2" Y 2" | 1,72              | 857,64                             | 522,55                   | 335,09                  | 576,35                    |                                                                                                                             |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| 6                                                                    | PILA AGREGADO SIDERURGICO BLANCO             | 1,52              | 954,55                             | 569,66                   | 384,89                  | 585,03                    |                                                                                                                             |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| 7                                                                    | PILA CALAMINA PROCESADA                      | 2,74              | 113,22                             | 77,38                    | 35,84                   | 98,20                     |                                                                                                                             |       |          | Oscar A. Gómez P (ver sistema topográfico) | Topografía DIACO realizada con estación total CTS 300T Topcon L4000. Topografía 888 Estaciones. Realizado con sistema WTS. Spots. Cálculo de volúmenes con software AutoCAD Civil 3D para terreno topográfico. | Ver Plano ubicación de pila |
| TOTAL                                                                |                                              |                   | 2802,70                            | 1650,33                  | 1226,98                 | 2154,79                   |                                                                                                                             |       |          |                                            |                                                                                                                                                                                                                |                             |

Fuente: Autor, Diaco S.A, Metro construcciones, 2021.

### 3.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

La seguridad industrial en DIACO es un aspecto de vital importancia, ya que al ser un ambiente que está en constante operación de producción en todas sus áreas requiere de capacitación constante para los colaboradores directos y contratistas, a los colaboradores o pasantes nuevos que ingresan a planta se les realiza una capacitación de seguridad en la cual se adquieren conocimientos de términos, situaciones y procedimientos a seguir para minimizar los riesgos a los que se está expuesto en diferentes áreas de



trabajo; en la capacitación se adquirió conocimientos de: APR, PT, pre usos, incidente, accidente, rechazo de tarea, momento sincero, hora de seguridad, dialogo diario de seguridad y elementos de protección personal; al finalizar la capacitación se realiza un examen de conocimientos el cual debe ser aprobado para demostrar que está capacitado para iniciar actividades a nivel de seguridad, de no ser así se tendrá que repetir la capacitación.

Durante la pasantía se hizo uso de los elementos de protección personal siempre, los cuales fueron suministrados por la empresa, la dotación de estos incluída: overol de dos piezas, botas punta de acero (sin cordones por política de seguridad), espinilleras, casco, protectores auditivos, gafas de protección, tapabocas de filtro.

Se participó en los diálogos diarios de seguridad (Anexo 19) y la hora de seguridad; los diálogos diarios de seguridad consisten en charlas ,preguntas de seguridad y recomendaciones al inicio de la jornada laboral, por cuestiones de pandemia y COVID-19 se realizaron de forma virtual vía correo electrónico asignado por la empresa; en cuanto a la hora de seguridad, consiste en una supervisión diaria por parte de los líderes de áreas con duración de una hora por los frentes de trabajo para: corroborar que se estén cumpliendo las normas de seguridad y de la empresa para el desarrollo de las actividades en el area de la cual es responsable el líder, se participó en la hora de seguridad con la autorización del tutor por parte de la empresa, el cual es el líder del area de Coproductos en la cual se realizó la pasantía.

### **3.5 APOYO A INTERVENTORIA DE OBRA CIVIL INTERNA EN EL AREA DE COPRODUCTOS**

Una de las actividades que surgió, en el transcurso de la pasantía, fue el apoyo a interventoría de la obra civil que se llevaría a cabo en el area, la cual fue asignada por el Ingeniero Civil de la planta, a quien debía reportar avance de obra, así como al jefe de area.

#### **3.5.1 Senderos peatonales area de Coproductos:**

- **Términos de referencia:** Antes de ingresar a la pasantía, el jefe de area determinó la necesidad de senderos peatonales más adecuados en la misma, debido al tránsito constante de maquinaria pesada y del personal; como pasante se sacaron cantidades de Adoquín y Bordillo A-85 que se usarían en los senderos, para realizar la descripción técnica de las actividades a realizar, las cuales se contemplan en los términos de referencia realizados también como pasante del area (Anexo 20).

- **Visita Técnica:** La visita técnica, dirigida por el jefe del area, se realiza con las empresas contratistas que van a cotizar la orden de servicio, se enuncian y explican las actividades a desarrollar así como las zonas a intervenir, las cuales se enseñan en el recorrido, seguido se espera la asignación de la empresa con la mejor cotización para realizar el trabajo, esta es asignada por el area de suministros luego de revisar las cotizaciones de cada empresa contratista.
- **Supervisión de obra:** La empresa contratista HyS Soluciones Industriales S.A.S. fue la asignada para el servicio, como pasante se superviso toda ejecución del trabajo y los cambios técnicos que iban surgiendo.

Se inicia con el peatonal de ingreso area de coproductos el cual corresponde a la actividad 5, sin ninguna novedad (Figura 33).

Figura 33. "Actividad 5"



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Se continua con el tramo peatonal que se dirige a patio 1 el cual corresponde a la actividad 6, en este tramo, por parte de interventoría, se dio la indicación del levantamiento y reinstalación de un tramo ya que no se encontraba alineado con el muro (Figura 34).



Figura 34. “Actividad 6”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

En la ejecución de la actividad 4 (Figura 35) no se presentaron imprevistos durante su ejecución.

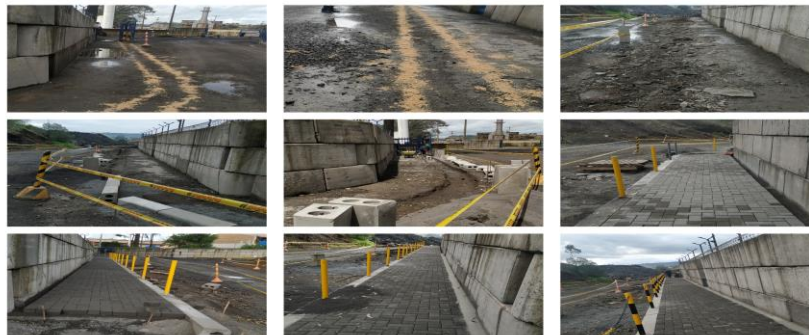
Figura 35. “Actividad 4”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

En la actividad 3 (Figura 36) la cual comprendió uno de los tramos más largos (65 metros lineales) se presentó un ligero levantamiento del adoquinado en el ingreso, lo cual, como pasante se analizó y reporto al interventor, posteriormente, se realizó corrección por la empresa contratista.

Figura 36. “Actividad 3”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Simultáneamente estaba en marcha la actividad 1 (Figura 37), la cual por la longitud (200 metros lineales) y el espacio del sendero (1,20 metros) solo se señalizó con poste y cadena sin ningún inconveniente a pesar de estar en la corona del talud que rodea esa zona del patio 2.

Figura 37. “Actividad 1”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Finalmente en la actividad 2 se realizaron modificaciones analizadas con el jefe de area, las cuales consistieron en: reemplazar la actividad 7 con un tramo peatonal que conecta la actividad 2 y la zona de mantenimiento de maquinaria existente en patio 2 y de igual manera una escalera de acceso a dicha zona desde el peatonal que se tiene previsto para la fase 2 la cual es paralela al muro de cerramiento con bloques tipo lego existente (Figura 38).

Figura 38. “Actividad 2 modificada”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Como pasante, se observó, que para esta actividad no se podía realizar confinamiento con bordillos A-85 por uno de los costados, debido a la limitante de un canal perimetral de aguas lluvias, por lo cual se propuso realizar una viga de confinamiento para el adoquín del tramo peatonal (Figura 39), con una mezcla de concreto a base de agregados siderúrgicos procesados en coproductos, propuesta la cual fue aprobada por el

interventor de la obra y el jefe de area; a la mezcla de concreto empleada en la fabricación de la viga, se le habían realizado ensayos de resistencia a la compresión por medio de especímenes de cilindros de concreto siguiendo la NTC 673 [8], durante las pruebas que se le realizaron a los Bordillos A-85 en el proyecto de prefabricados, cuyos resultados (Anexo 12), fueron favorables y se podía probar en escala de un elemento estructural como lo es una viga de confinamiento.

Figura 39. “Viga de confinamiento”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Surgieron problemas en la fabricación de la misma, debido a:

- Formaletas en malas condiciones.
- Falta de vibrado del concreto, debido a que, en zona de trabajo no se tenía un punto de energía, y se tuvo que realizar con una barra.

Como resultado se presentaron fallas de fabricación en la viga (Figura 40)

Figura 40. “Fallas de fabricación en viga de confinamiento”



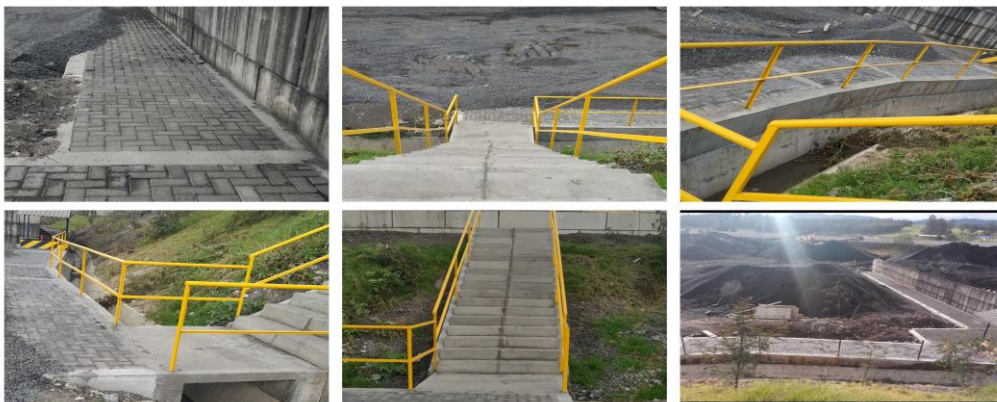
Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Se solicitó autorización al interventor, para dar la indicación de demoler la viga y volverla a fabricar con mejores formaletas y un reajuste en la humedad de la mezcla, la cual realizó el maestro de la empresa contratista



encargada de la ejecución de la obra, teniendo como resultado final, una viga con mezcla de concreto a base de agregados siderúrgicos funcionando y la finalización de la obra exitosamente (Figura 41).

Figura 41. “Resultado final Actividad 2 modificada”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

## **4. APORTES DEL TRABAJO**

### **4.1 COGNITIVOS**

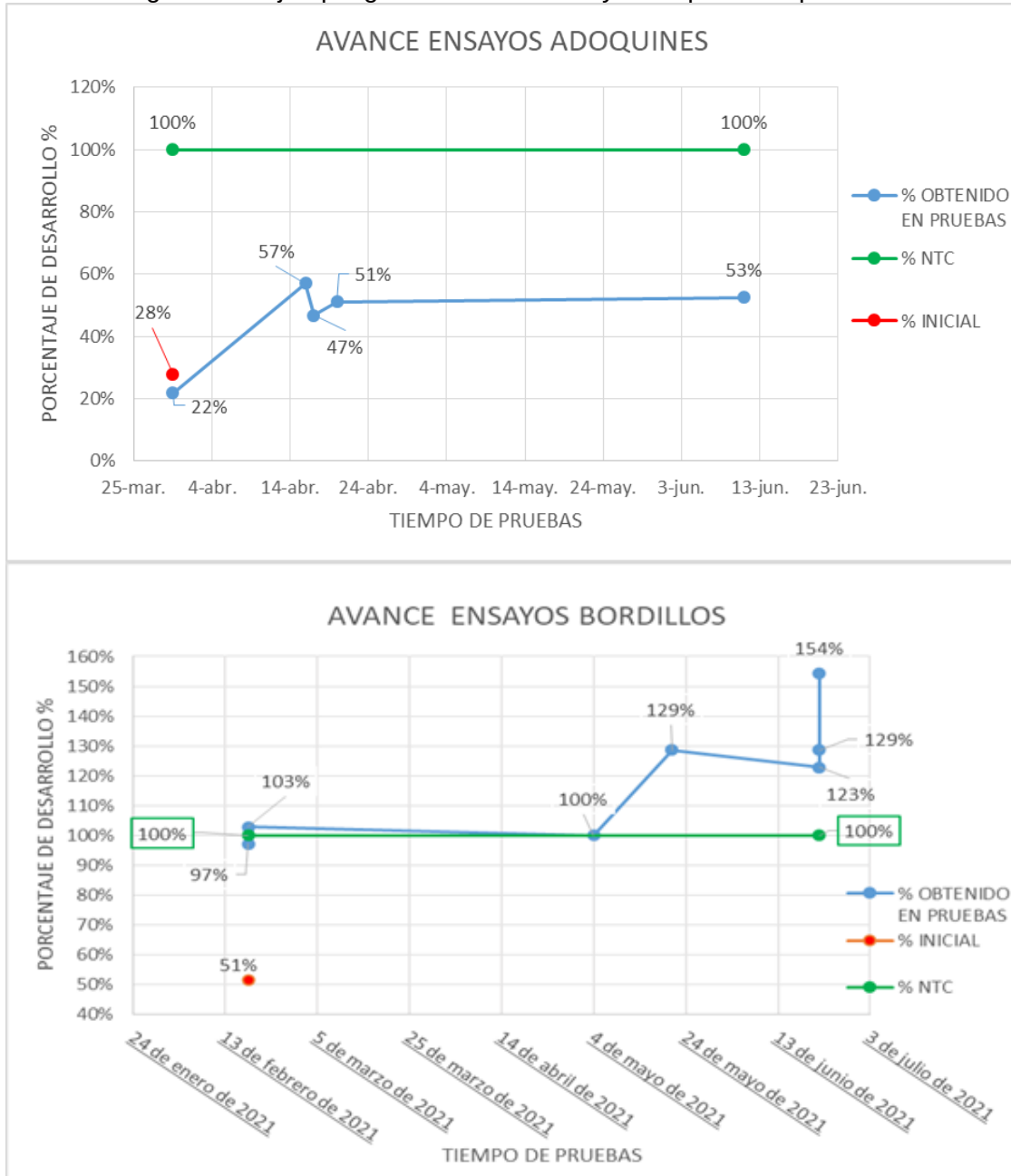
En el transcurso de la pasantía realizada como opción de grado en la empresa DIACO, se llevaron a cabo las actividades planteadas inicialmente como el desarrollo del proyecto de los productos prefabricados usando como materiales agregados siderúrgicos (Blanco y gris de diferentes granulometrías), las demás planteadas en los objetivos y otras que surgieron en el transcurso de la misma.

Durante las 26 semanas (seis meses), a manera de contrato de aprendizaje, tiempo durante el cual se realizó la pasantía, se adquirió experiencia en actividades que realiza un profesional de Ingeniería Civil, con la cual se logró reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica.

En el transcurso de la pasantía se realizaron aportes principalmente enfocados al proyecto de los productos prefabricados con materiales resultantes de los procesos de acería, conocidos inicialmente como escorias de acería, pero con el tratamiento que reciben en el área de coproductos al pasar por un proceso de trituración y separación por granulometrías, se les denomina agregados siderúrgicos gris y blanco. Se realizaban presentaciones periódicas al gerente de planta respecto al avance en el desarrollo de los productos prefabricados (Anexo 4), para lo cual, se aportó inicialmente en la separación por etapas y fases tomando como base lo que se encontró contemplado en el folleto de coproductos (Anexo 3), aporte con el cual se logró dar un enfoque más específico respecto a la prioridad de certificación de los prefabricados que se utilizaban más en obras civiles a nivel interno (adoquines, bordillos y macetas piramidales). De igual manera se tenía la responsabilidad de estar a cargo de las pruebas en campo que se realizaban con el laboratorio contratado y se reportaba el avance al Interventor del área de coproductos (Ing. Oscar Gómez). Para las pruebas de laboratorio se requerían muestras del material, prefabricados realizados en pruebas y cilindros de concreto, se aportó en la recolección de las muestras y la autorización de la salida del material de planta; también en la dirección y supervisión para la fabricación de los productos y cilindros de concreto durante las pruebas, en la programación de las pruebas de fabricación en campo y en el cronograma de tiempos para la recepción de resultados 14 y 28 días para los prefabricados; 7, 14 y 28 días en cuanto a la edad de los cilindros de concreto. Los resultados se recibían y analizaban para determinar el porcentaje de desarrollo que se tenía en cada prueba y así definir si se veía avance (Figura 42), con cada prueba se observaba que falencias se tenían, y se tomaba como base para mejorar en la siguiente; con las dosificaciones usadas en cuanto a la resistencia exigida por la normativa de cada producto, se socializaban los resultados con el interventor ya

que como ingeniero ambiental no estaba familiarizado con los conceptos, ensayos y normativas que abarcaban el proyecto.

Figura 42. “Ejemplo grafico avance ensayos de producto prefabricado”



Fuente: Autor, 2021.

En las gráficas se observa, que los bordillos cumplieron exitosamente, superando las expectativas y llegando a una mezcla ideal para estandarizar su fabricación; en

cuando a los adoquines, no fueron muy satisfactorios los resultados como indica la gráfica, para lo cual se determinó que posiblemente las falencias venían de los equipos que se usaban en su fabricación, se sugirió realizarles un curado posterior a su fabricación y no estibarlos antes de mínimo 2 días de edad, para que se pueda observar, si este proceso posterior a la fabricación influye en los resultados.

En cuanto a los trabajos cotidianos del area de coproductos, se presentó un problema en el transporte de los adoquines para las obras internas, para el cual se aportó con la idea de embalar las estibas en las que se transportaba el adoquín, con papel vinipel de igual forma que en las ladrilleras (Figura 43).

Figura 43. “Embalaje de Adoquines”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Se aportó con el apoyo al interventor, en la forma de obtener el inventario de la cantidad de material acopiado en el area, para iniciar el procesamiento con el nuevo montaje de la trituradora en patio 2, se sugirió, realizar topografía para obtener volúmenes de las pilas, para lo cual, se tomaron muestras de material de las pilas existentes en distintos puntos, enviarlas a laboratorio y realizar ensayos de densidad; para tener en las actas mensuales de procesamiento, valores en Toneladas, haciendo uso de los volúmenes obtenidos con topografía y las densidades de los materiales en la ecuación aprendida en la formación académica  $DENSIDAD = MASA / VOLUMEN$  (Anexo 18, hoja densidades); para el material de rechazo que se tenía acopiado, el cual iba a inicial a ser procesado, no se podían realizar ensayos de laboratorio por la condición en la que se encontraba, se

propuso, realizar una prueba en campo, la cual consistió en lo siguiente: pesar una volqueta con capacidad de 15 m<sup>3</sup>, cargarla con el material, volver a pesar; con los datos obtenidos aplicar la fórmula de densidad, teniendo como resultado lo siguiente (Figura 44) (Anexo 18, hoja densidades tomadas en campo).

Figura 44. “Densidades Tomadas en campo”

| Escoria Negra Rechazo (Sin procesar) |                                                                                    | kg    | Ton   |                                                                                      |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| MASA volqueta vacia                  |   | 12210 | 12,21 |   |
| MASA volqueta cargada con material   |  | 40260 | 40,26 |  |
| VOLUMEN volqueta (m3)=               | 15                                                                                 |       |       |                                                                                      |
| DENSIDAD (Ton/m3)=                   | 1,87                                                                               |       |       |                                                                                      |

Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

Con el inicio de operación de la trituradora se tomaron gradaciones del material resultante en cada banda, para lo cual se aportó con la estandarización de la gradación promedio que sacaba cada banda (Tabla 1) y esto facilitó el uso del material tanto en las pruebas de los productos prefabricados como en el uso del material en obras civiles de la planta y uso en trabajos civiles de externos que solicitaban material.

En cuanto a la obra civil de los peatonales de coproductos, se aportó en la elaboración de las actividades a realizar, las cuales se plasmaron en los términos de referencia de la obra; en cuanto a las cantidades, se tomaron medidas con decámetro, para lo cual, se tuvo la colaboración de una compañera de área que se encontraba realizando practica del SENA; el ingeniero civil de la planta, el Ingeniero Civil Ricardo Vargas, quien es el interventor de las obras civiles que se realizan en la planta, delegó la función para apoyar como pasante, la supervisión de la obra civil a realizar en el área de coproductos, de la cual, se reportaba a él y al Ingeniero Oscar Gómez, durante la supervisión se realizaron cambios que se



requerían para solucionar situaciones que presentaban en el proceso como lo fue la combinación de dos actividades, para las cuales se sugirió la elaboración de una viga de confinamiento, la cual se aprobó y funciona actualmente, además, se solicitó la aprobación para emplear una mezcla de concreto con agregados siderúrgicos la cual se mejoró en campo con apoyo del personal de la empresa contratista encargada de la obra, fue un gran aporte dado que dio inicio a la posibilidad de emplear mezclas de concreto con agregados siderúrgicos (Figura 45) en obras civiles internas, lo cual puede disminuir costos de traer material externo ya que los agregados siderúrgicos se tienen al interior de la planta.

Figura 45. “Agregados siderúrgicos para mezclas de concreto”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

#### 4.2 A LA COMUNIDAD

Las funciones desempeñadas durante la pasantía, tuvieron varios aportes a la comunidad, tanto a la comunidad interna como externa.

A nivel interno se aportó al tutor asignado por la empresa, el Ingeniero Oscar Gómez, que como ingeniero Ambiental no estaba muy familiarizado con los términos y actividades civiles, la comunicación con él, fue un aporte técnico y teórico, de ambas partes dado que se compartieron conocimientos de ambos campos que van de la mano como lo es la parte ambiental y la parte civil.

Con las donaciones que se realizan de agregados siderúrgicos y productos prefabricados, a la comunidad externa e interna, se aporta al desarrollo de los mismos ya sea que se emplee en proyectos de mejoramiento de infraestructura o social.

La comunidad que implementaba el agregado siderúrgico en mejoramiento de infraestructura vial abarcaba a la alcaldía del Municipio de Tuta y el grupo Cs Constructores S.A., se aportó transportando muestras de agregado al sede del grupo Cs en Tunja, para mostrar el nuevo proceso de trituración y limpieza que se le realizaba a la escoria, para que continuaran implementándola en la elaboración de asfalto que se usaban en los proyectos viales que tenían a cargo (Figura 46).

Figura 46. “Visita a Css Constructores S.A.”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

En cuanto al mejoramiento social, se aportó en la coordinación de la fabricación de las Macetas Piramidales y adoquines solicitados en calidad de donación por las alcaldías de Paipa, Sotaquirá, Belén y Tuta, esta última incluyendo una donación de 12 Macetas Piramidales para el proyecto de adecuación de antiguo colegio del Municipio de Tuta (Figura 47). Como complemento se aporta a la comunidad con las donaciones de material, el cual es implementado por cada miembro de la comunidad que lo solicitaba, en las necesidades o proyectos que tenían en sus predios o las mismas vías de los municipios.

Figura 47. “Visita Proyecto Municipio de Tuta.”



Fuente: Autor, Diaco S.A, 2021.

## 5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Este trabajo realizado dejo una alta satisfacción personal debido a las habilidades que se adquirieron y desarrollaron a lo largo de las labores desempeñadas con DIACO S.A. a cargo de la ejecución del proyecto de productos prefabricados principalmente, el cual tiene una gran proyección todavía y se quedó con la satisfacción haber estandarizado el flujo operacional de la etapa de desarrollo y tres productos de la primera etapa los cuales satisfacen las necesidades de su uso en obras internas y donaciones externas.

El principal impacto de las actividades realizadas durante la pasantía fue el fortalecimiento de conocimientos teóricos, aplicándolos en la ejecución de las labores que se desarrollaban día a día; el Ingeniero Oscar me brindó apoyo principalmente con el manejo de información que se tenía de apoyo y a desarrollar un mejor manejo de recursos, lo cual incluyó maquinaria, personal, información, contactos y la disponibilidad de laboratorio.

Dentro de los conocimientos que se reforzaron se encuentran los adquiridos en:

- “Investigación”: Para el desarrollo del proyecto de prefabricados se tuvo que recopilar la información existente y en el proceso se adquiría información complementaria, con el fin de, conocer el estado del proyecto y nutrir de más información el mismo para desarrollar los objetivos del mismo.
- “Evaluación de proyectos”, “Construcción y Costos”: Referente al desarrollo de un proyecto como el que se ejecutó, se pusieron en práctica conocimientos adquiridos, como lo fue el mejoramiento de la estructura del proyecto y la creación del flujo operacional de la etapa de desarrollo del mismo, con lo cual, se tomó un mejor rumbo en cuanto a los pasos a seguir en el desarrollo de cada actividad del flujo. Por otra parte, para el análisis de resultados a los ensayos de laboratorio, se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos en la formación académica, identificando que en campo no se tienen los mismos escenarios ideales que se tienen en laboratorio, se aprendió a tomar decisiones respecto a esta situación y buscar soluciones, la forma en la que realizan las dosificaciones en la mezcladora de concreto, la improvisación de una piscina para sumergir los cilindros de concreto fabricados antes de enviar a laboratorio para ensayos de compresión; situaciones en las que se toma decisiones en base a los conocimientos teóricos adquiridos en la carrera combinados con los adquiridos en el campo laboral.
- “Ambiental”: Con el desarrollo de los informes a Corpoboyaca, se fortaleció una gran realidad respecto a la importancia de las entidades ambientales en las actividades de Ingeniería Civil, dado que desde el más mínimo detalle o acción en la ejecución de un proyecto civil debe tener un enfoque

hacia la protección del medio ambiente y al reaprovechamiento de recursos, esto último sin que afecte los objetivos de desarrollo sostenible.

- “Programación y control de obra”: Durante la supervisión que se le realizó a la obra civil de los peatonales en el patio de Coproductos, se logró poner en práctica el conocimiento teórico, desde el punto en el que se debe tener claras las actividades que se deben realizar en la obra hasta la forma en la que se pueden ejecutar, siempre teniendo en cuenta que se pueden presentar situaciones en las que se debe cambiar desde la forma de realizar la actividad hasta un cambio de actividad.
- “Topografía”: Muy satisfactorio a nivel personal y conjunto para el área, ya que dio solución a una variable que no era estable, haciendo referencia a las cantidades de material procesado que se tomaban con DRON, lo cual arrojaba errores en las cantidades al tomar dimensiones en 3D; con el cambio de DRON por Topografía se mejoró tanto la exactitud de las mediciones como la estandarización de las pilas en cuanto a la forma de medirlas y llevar control respecto a las cantidades procesadas mensualmente.

De los impactos que menos beneficios brindó, fue que en las actividades con laboratorio en un inicio se centraba mucho en los resultados que se basaban con rangos obtenidos en el laboratorio, lo cual, no se podía tomar de esa forma, teniendo en cuenta que en campo las condiciones no son las mismas; opino que se puede explicar más esa parte de combinar teoría con práctica en condiciones ideales y con las condiciones en campo, buscando una coexistencia, para tener mejor claridad a la hora de analizar los resultados de un ensayo y determinar los factores que pueden influir en el resultado, teniendo la posibilidad de decidir si las condiciones ideales de un laboratorio se pueden justar al trabajo en campo, dependiendo del tipo de actividad.

Se aprendió que tanto para el desarrollo de un proyecto, una obra, un informe a autoridad ambiental y demás actividades de ingeniería; se requiere esfuerzo, una buena preparación, documentación, planificación, análisis de las situaciones para resolverlas de la forma más eficiente y rápida. No siempre se tienen condiciones ideales, maquinaria ideal, herramientas necesarias, por lo cual, se deben prever imprevistos que se puedan presentar, para tener bases de una solución de ser necesaria.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el proyecto de prefabricados se puede decir que:

- El procesamiento de la ESCORIA con la nueva trituradora genero cambios en los diseños probados anteriormente debido a la mejor separación de las granulometrías del agregado siderúrgico gris.
- Antes de ingresar a la pasantía, se probaban diseños con el material procesado en la astecnia, el cual estaba compuesto por muchos tamaños lo cual dificulto los diseños de mezcla.
- Se realizan las pruebas con diseños a partir de los materiales procesados en la nueva trituradora ya que se encuentran más uniformes en sus granulometrías y esto favorece al proceso de prefabricados.
- Con las pruebas realizadas, para estudiar el efecto de utilizar agregados siderúrgicos en mezclas de concreto, las primeras pruebas muestran que la resistencia de la mezcla de concreto, después de 14 días de edad, no alcanza a superar el 65% de la resistencia que se tiene prevista, para 28 días estas no superaran la resistencia de 3000 PSI, a diferencia de la última prueba con los agregados siderúrgicos ya clasificados por granulometrías, muestran que la resistencia de la mezcla de concreto, después de 14 días de edad alcanza un 101% de la resistencia que se tiene prevista, para 28 días, esta supero la resistencia de 3000 PSI, un 38% por encima, alcanzando una resistencia de 4200 PSI; con este resultado se cumple y se supera la resistencia de 2500 PSI exigidos por la norma NTC 673 [8].
- El proceso de fabricación no se limita únicamente a la planta de prefabricados, salvo el adoquín, los demás productos se pueden fabricar haciendo uso de mano de obra, trompo y formaletas.
- Diseño de mezcla para bordillo utilizado por BB Equipos descartado en cuanto a calidad.
- Se realizaron varios experimentos para estudiar el efecto de utilizar agregados siderúrgicos de acería en la resistencia a la flexión de bordillos, como trabajo futuro se pretende buscar la reducción de la cantidad de cemento en la mezcla y hacer más rentables la fabricación de los Bordillos.
- Se recomienda hacer pruebas de absorción de agua para verificar la expansión de los Bordillos y hacer seguimiento del comportamiento de los bordillos cuando están ya instalados en los peatonales y demás obras internas.
- Es recomendable que los productos prefabricados se almacenen en un lugar que los proteja de las condiciones ambientales, con el fin de evitar que sufran cambios o daños.



- Se necesita que BB Equipos cuente con más personal capacitado para operar la planta de prefabricados, en caso de imprevistos que retrasen las labores de producción.
- Las condiciones del agregado siderúrgico procesado y acopiado en patio COPRODUCTOS pueden mejorar, delimitando las zonas de acopio de cada material independientemente para evitar mezclas innecesarias entre pilas.
- La producción y comercialización de prefabricados por parte de BB Equipos debe estar supervisada por DIACO, con el fin de garantizar buenos manejos del material en la producción y dosificación de los productos, y evitar inconvenientes externos respecto al uso del agregado siderúrgico en prefabricados.

La estandarización de mezclas no se puede dar, dado que tratándose de concreto el único escenario acercado a esto, se da únicamente en laboratorio, se puede tomar como base o referencia, pero no estandarizado, sobre todo en mezclas realizadas en campo, puesto que siempre existirán condiciones que lo impidan, desde el clima hasta errores humanos.

La implementación de mediciones de material procesado mensualmente con Topografía permite tener un mejor control del procesamiento de la escoria y así mismo una mayor exactitud del inventario de material.

Con los informes Bimensuales a Corpoboyaca se lleva un control del porcentaje de reaprovechamiento al igual que con los KPIS, con el porcentaje de reaprovechamiento se puede evidenciar si se aumenta o disminuye, dado que el objetivo de la empresa es reaprovechar los residuos “no peligrosos” que se generan y convertirlos en Coproductos, siendo los agregados siderúrgicos en particular, materiales con buena proyección en proyectos de ingeniería civil como agregados y materiales para concretos y obras viales.

La seguridad industrial es de vital importancia, ya que el rendimiento depende de las condiciones físicas y mentales en las que se mantengan los colaboradores de cada área para que se puedan realizar las actividades de una forma segura y eficiente; en DIACO S.A. es de vital importancia mantener en condiciones seguras a sus colaboradores, siendo una empresa con riesgo constante en todas sus áreas, impartiendo una filosofía en la que “Me cuido, Te cuido y me dejo cuidar”.

## 7. GLOSARIO

1. **Análisis:** examen minucioso y pormenorizado de un asunto para conocer su naturaleza, sus características, su estado y los factores que intervienen en todo ello [9].
2. **APU:** Modelo Matemático muy sencillo que estima el costo por unidad de medida de una partida (Ps. / Und). Para estimar el costo se toman en cuenta los costos de los materiales, de los equipos y de la mano de obra que se requieren para la ejecutar una unidad de la partida [10].
3. **Bandas transportadoras:** Las bandas transportadoras son una pieza fundamental en el traslado de materiales y mercancías tanto en las plantas de producción como en un almacén ayudando a que el transporte sea eficiente y rápido. Ofrecen una buena estabilidad, que permite transportar materiales que por su tamaño o características no se pueden transportar con transportadores de rodillo. Las bandas también pueden actuar como puntos de procesamiento desde las que se opera sobre los artículos o productos que se trasladan [11].
4. **Calamina:** Son planchas de acero laminado en frío, galvanizadas en un proceso de inmersión en caliente de forma continua, para luego ser acanaladas por procesos mecánicos de deformación en frío (corrugado) [12].
5. **Coproducto:** Producto que se fabrica inmediatamente después de otro producto debido a las similitudes entre los dos productos. Incluso si los productos no son iguales o similares, si el proceso para fabricar los dos productos es el mismo o similar, entonces esta también es una situación de coproducto [13].
6. **Cronograma:** Herramienta gráfica que presenta un detalle de las actividades que se deben desarrollar en los tiempos establecidos, al momento que se emprende un proyecto [14].
7. **Estandarización:** La Estandarización permite la creación de normas o estándares que establecen las características comunes con las que deben cumplir los productos y que son respetadas en diferentes partes del mundo [15].
8. **Fases:** Cada uno de los distintos estados sucesivos de un fenómeno natural o histórico, o de una doctrina, negocio, etc. [16].
9. **Ficha técnica:** La ficha técnica es aliada en la búsqueda de la estandarización de productos. Esto se debe a que define los padrones a seguir durante la operación. En este contenido mostraremos la relación de esta herramienta con el control de calidad y, también, cómo crear una en la práctica [17].



- 10. Fraguado:** El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón, producido por la desecación y re cristalización de los hidróxidos metálicos —procedentes de la reacción química del agua de amasado— con los óxidos metálicos presentes en el clínker que compone el cemento. También se denomina fraguado al proceso de endurecimiento de la pasta de yeso o del mortero de cal [18].
- 11. Granulometría:** Es la distribución por tamaños de las partículas de un árido. Para conocer la distribución de tamaños de las partículas que componen una muestra de árido se separan estos mediante cedazos o tamices [19].
- 12. Homogenización:** La homogenización es un proceso que combina diversas sustancias para producir una mezcla uniformemente consistente. La homogenización se utiliza principalmente con componentes que no son solubles uno en el otro, que apenas son miscibles o no son miscibles en absoluto. Los sólidos generalmente se pueden homogenizar por agitación. [20]
- 13. Indicador:** Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico [21].
- 14. Interventoría:** La interventoría es el seguimiento técnico a la ejecución de contratos de distintas tipologías, realizado por una persona natural o jurídica contratada para ese fin por la Entidad Estatal [22].
- 15. KPI:** Es la planificación y la medición son esenciales para que un negocio tenga éxito. Evaluar cuidadosamente las estrategias y sus resultados permite corregir errores, detectar nuevas oportunidades, anticiparse al comportamiento de los consumidores y tomar mejores decisiones [23].
- 16. Materia prima:** Se define como materia prima todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final. Un producto terminado tiene incluido una serie de elementos y subproductos, que mediante un proceso de transformación permitieron la confección del producto final [24].
- 17. Módulo de rotura:** Es un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos a flexión, impuestos por el paso de vehículos en las estructuras de pavimento. Los agregados empleados en este tipo de concretos, cumplen con la norma IDU ET 2011 [25].
- 18. Prefabricado:** Sistema de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que se llevan a su posición definitiva para montar la edificación tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa [26].

- 19. Residuo:** Un residuo es todo elemento que está considerado como un desecho al cual hay que eliminar según los tipos de residuo [27].
- 20. Supervisión:** Actividad o conjunto de actividades que desarrolla una persona al supervisar y/o dirigir el trabajo de un grupo de personas, con el fin de lograr de ellas su máxima eficacia y satisfacción mutua [28].
- 21. Términos de referencia:** Documento que elabora una empresa que necesita contratar a otras empresas para que le proporcionen determinados servicios para mejorar sus sistemas de mercadeo, de producción, de organización, sus finanzas o bien su administración en general [29].
- 22. Trituradora:** La trituradora es una maquinaria provista de unas palas, también llamadas mandíbulas, que sirven para trocear en tamaños más pequeños diversos materiales, como pueden ser el cartón, piedra, minerales, hierro, etc. Asimismo, este tipo de maquinarias pueden triturar, prensar y empaquetar plantas, ramas y demás restos del campo [30].

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las referencias y bibliografía serán formuladas según estilo IEEE.

- [1] P. Oliveros. G. Eastman, *Manual Orientador Opcion de Grado Pasantia*, Fundacion Universitaria del Area Andina, Facultad de Diseño, Comunicacion y Bellas Artes, 2020.
- [2] Facultad de Ingenieria Civil, *Reglamento interno*, Universidad Santo Tomas Tunja, Facultad de Ingenieria Civil.
- [3] Gerdau Diaco, *Plan de manejo ambiental para la planta siderurgica Diaco S.A ubicada en el municipio de Tuta*, capitulo 1, 2018.
- [4] Gerdau Diaco, *Plan de manejo ambiental para la planta siderurgica Diaco S.A ubicada en el municipio de Tuta*, capitulo 2, 2018.
- [5] G. Kiamaris, M. Mendez, G. Mujalli, J. Lopez and A. Rodriguez, *VALORIZACIÓN DE LA ESCORIA COMO CO-PRODUCTO SIDERÚRGICO PARA UN MODELO DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO AMBIENTALMENTE SUSTENTABLE*, Instituto de Investigaciones Metalúrgicos y de Materiales de SIDOR, Venezuela, Observador del conocimiento vol. 3 N°2, PJ 55, 2016.
- [6] Colombiana, N. T. (2004). NTC 2017, Adoquines de concreto para pavimentos. ICONTEC, Bogotá.
- [7] Colombiana, N. T. (2008). NTC 4109, Prefabricados de concreto. Bordillos, Cunetas y Topellantas de concreto. ICONTEC, Bogotá.
- [8] Colombiana, N. T. (2010). NTC 673, Concretos de ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. ICONTEC, Bogotá.
- [9] Significados, "Significado de Análisis", Significados.com, 04-jul-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.significados.com/analisis/>. [Consultado: 27-sep-2021].
- [10] J. Delgado, "Análisis de Precio Unitario - APU", Slideshare.net. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/JonathanDelgado39/anlisis-de-precio-unitario-apu>. [Consultado: 27-sep-2021].

[11] Administrador, “Qué son las bandas transportadoras”, Irp-intralogistica.com, 18-dic-2018. [En línea]. Disponible en: <https://irp-intralogistica.com/que-son-las-bandas-transportadoras/>. [Consultado: 27-sep-2021].

[12] “Calamina – Fabricación y Distribución de Mallas, Alambres, Cercos”, Alamfer.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.alamfer.com/calaminas/>. [Consultado: 27-sep-2021].

[13] “En la fabricación, ¿qué es un coproducto?”, Quesignificado.org, 14-oct-2020. [En línea]. Disponible en: <https://quesignificado.org/en-la-fabricacion-que-es-un-coproducto/>. [Consultado: 22-sep-2021].

[14] “Cronograma”, Economipedia.com, 25-mar-2020. [En línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/cronograma.html>. [Consultado: 27-sep-2021].

[15] S. de Economía, “¿Qué es la Estandarización?”, Gob.mx. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/se/articulos/que-es-la-estandarizacion>. [Consultado: 27-sep-2021].

[16] “Fases”, Rae.es. [En línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/fase>. [Consultado: 27-sep-2021].

[17] L. Silva, “Ficha técnica del producto: ¿para qué sirve y cómo se fabrica?”, Checklistfacil.com, 24-feb-2021. [En línea]. Disponible en: <https://blog-es.checklistfacil.com/ficha-tecnica/>. [Consultado: 27-sep-2021].

[18] “FRAGUADO - Definición y sinónimos de fraguado en el diccionario español”, Educalingo.com. [En línea]. Disponible en: <https://educalingo.com/es/dic-es/fraguado>. [Consultado: 27-sep-2021].

[19] “Granulometría”, Rua.ua.es. [En línea]. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/3/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%203%20\\_Granulometria%20I\\_.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/3/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%203%20_Granulometria%20I_.pdf). [Consultado: 27-sep-2021].

[20] “Homogenización”, Ikaprocess.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.ikaproces.com/es/Homogenizacion-appl-6.html>. [Consultado: 27-sep-2021].

[21] “Indicadores”, Endvawnow.org. [En línea]. Disponible en: <https://www.endvawnow.org/es/articles/336-indicadores.html>. [Consultado: 27-sep-2021].

[22] “¿En qué consiste el contrato de interventoría?”, Gov.co, 24-jun-2016. [En línea]. Disponible en: <https://colombiacompra.gov.co/content/en-que-consiste-el-contrato-de-interventoria>. [Consultado: 27-sep-2021].

[23] “¿Qué son los Kpis?: Definición, Claves y Ejemplos”, Eserp.com. [En línea]. Disponible en: [https://es.eserp.com/articulos/que-son-los-kpis/?\\_adin=02021864894](https://es.eserp.com/articulos/que-son-los-kpis/?_adin=02021864894). [Consultado: 27-sep-2021].

[24] “Materia prima”, Gerencie.com, 28-ene-2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.gerencie.com/materia-prima.html>. [Consultado: 27-sep-2021].

[25] “Módulo de rotura”, Cemexcolombia.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.cemexcolombia.com/concretos/pavimentos-modulo-rotura-tipo-idu>. [Consultado: 27-sep-2021].

[26] “PREFABRICADO - Definición y sinónimos de prefabricado en el diccionario español”, Educalingo.com. [En línea]. Disponible en: <https://educalingo.com/es/dic-es/prefabricado>. [Consultado: 27-sep-2021].

[27] “Residuos: qué son, definición, clasificación, manejo y ejemplos”, Responsabilidadsocial.net, 15-abr-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.responsabilidadsocial.net/residuos-que-son-definicion-clasificacion-manejo-y-ejemplos/>. [Consultado: 27-sep-2021].

[28] S. C. “ejercer la inspección superior en trabajos realizados por otros”., “Supervisión”, Ulpgc.es. [En línea]. Disponible en: [https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38194/tema\\_3\\_la\\_supervision\\_profesional.pdf](https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38194/tema_3_la_supervision_profesional.pdf). [Consultado: 27-sep-2021].

[29] “Terminos de referencia”. [En línea]. Disponible en: <http://Asisehacehttps://asisehace.gt>. [Consultado: 27-sep-2021].

[30] “Trituradora industrial: Sus principales usos - RD San Juan”, Rdsanjuan.com, 15-ago-2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.rdsanjuan.com/usos-de-una-trituradora-industrial/>. [Consultado: 27-sep-2021].

## **9. APENDICES Y ANEXOS**