

**PRÁCTICA PROFESIONAL COMO AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE  
ESTRUCTURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE TRES TORRES DE APARTAMENTOS  
A CARGO DE SOLUCIONES CIVILES S.A. EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

**Autor**

**Dayana Josefa Ortiz Campo.**

**Junio 2021.**

**Universidad de Pamplona.**

**Facultad de Ingenierías y Arquitectura.**

**Programa de Ingeniería Civil.**

**PRÁCTICA PROFESIONAL COMO AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE  
ESTRUCTURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE TRES TORRES DE APARTAMENTOS  
A CARGO DE SOLUCIONES CIVILES S.A. EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

**Autor**

**Dayana Josefa Ortiz Campo.**

**Junio 2021.**

**Director**

**Ceudiel Iván Mantilla**

**Universidad de Pamplona.**

**Facultad de Ingenierías y Arquitectura.**

**Programa de Ingeniería Civil.**

## *DEDICATORIA*

Dedico este trabajo a Dios y la virgen.

Por brindarme la sabiduría y paciencia por culminar este gran sueño.

A mi mamita. Que en vida y desde el cielo siempre ha sido mi guía, mi apoyo, y esa luz que siempre necesité en los momentos donde sentí que no iba a poder más, siempre fue un sueño de las dos, sueño que hoy no es una ilusión sino una realidad. Espero que te sientas orgullosa de mi madrecita.

A mi papá y mi hermana. Que pese a todas las dificultades estuvieron allí conmigo dándome ánimo y recordándome todo lo que soy capaz de conseguir.

Finalmente lo dedico a mí. Me siento orgullosa de lo que soy y de lo que me he convertido tanto personal como profesionalmente, por toda mi dedicación, porque siempre seré capaz con las cosas que Dios coloque en mi camino. Me lo dedico porque me lo merezco, porque soy una mujer de perseverancia, luchadora y apasionada por conseguir mis sueños.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Sin duda alguna este proceso ha sido un reto personal y profesional para mí. Todo el proceso de elaboración y desarrollo del mismo fue la confrontación de situaciones que a lo largo de mi carrera se convirtieron en el soporte y el sustento, en las fuerzas para continuar adelante.

Agradezco a Dios y la virgen, por ser mi guía en todo este camino.

A mi mamita por creer en mí, por transmitirme esa energía bonita, por ser ese ángel que siempre me acompaña en tierra y en la vida eterna.

Mi papa y hermana porque sin ellos nada esto hubiese sido posible, porque cuando lloraba y los llamaba, sus palabras de aliento “Tranquila solo fue un mal día, sigue adelante” en ese momento eran las palabras correctas para ver las cosas diferentes y seguir con mi proceso.

A mis amigas bellas, mis hermanas de corazón, Lina y Dianita por ser incondicional conmigo, por ser ese apoyo que muy pocas personas tienen, por ser luz ante varias oscuridades.

A mi viejito, mi papa putativo, a ese ser que la vida me coloca en el camino para brindarme protección, por estar siempre en mis momentos difíciles y buenos, por ser un gran apoyo.

v

Al profesor Ceudiel Iván Mantilla, mi director, por su paciencia, su tiempo, sus aportes y sugerencias.

Gracias a todos y cada uno de ustedes y a quienes no incluí, porque directa o indirectamente fueron un aporte valioso y un estímulo constante para la culminación de este proceso. Este trabajo también les pertenece.

## RESUMEN

El presente proyecto trata sobre la realización de mi trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Civil como auxiliar de Ingeniero Residente Estructural, en modalidad de práctica profesional en la construcción de TRES TORRES DE APARTAMENTOS A CARGO DE LA EMPRESA SOLUCIONES CIVILES S.A. de la ciudad de Medellín, Antioquia, que es una empresa constructora con presencia en diferentes municipios del Valle de Aburrá, durante sus años de existencia ha entregado 21 obras las cuales han tenido finalidades tanto ocupacionales como también comerciales, actualmente está a cargo de 12 obras también con distintas finalidades, una de esas obras es Villa Terra ubicada en el sector Guayabal de la ciudad de Medellín, la cual fue iniciada en marzo de 2019 y se tiene como fecha estimada de finalización en febrero de 2023. En el proyecto Villa Terra, me fue brindaba la oportunidad de la realización de mis prácticas profesionales como auxiliar de Ingeniero Residente Estructural.

Aunque en un principio mis actividades se basaban específicamente en el apoyo al Ingeniero Residente Estructural, con el paso del tiempo me fue asignada la responsabilidad de liderar el desarrollo de la etapa IV del parqueadero, la cual consistía en la ejecución de 3 pisos de parqueaderos, además de dos tanques y en el nivel de cimentación del bloque. En esta etapa fui la encargada de realizar el cálculo de cantidades, la programación de obra, además de supervisar el

correcto desarrollo de las actividades e incluir las actividades desarrolladas al presupuesto de obra que la empresa manejaba con ayuda del software PACO.

Con el desarrollo de estas prácticas, adquirí mi primer experiencia en el campo de la Ingeniería Civil, fueron 4 meses de tristeza, alegría, desanimo y motivación, casi siempre en ese orden pues fueron tantas cosas bajo mi responsabilidad que creía que no iba a ser capaz, pero con la ayuda y orientación de mi familia, amigos, profesores, superiores, e incluso de las personas que dirigía, pude finalizar de la mejor manera esta importante etapa de mi vida. Ahora con respecto a la ejecución de esta etapa, es importante destacar que, al finalizar mi estancia en la empresa, se llevaba un buen rendimiento de la misma, con todo que hayan ocurridos retrasos por las constantes lluvias al inicio de la etapa, algo que se puede remediar con la contratación de más personal.

El día 11 de junio, día final de mi etapa como practicante en Ingeniería Civil en la empresa SOLUCIONES CIVILES S.A., me despido de todo mi equipo de trabajo, en mi mente quedan cosas buenas de una empresa tan organizada que es ejemplo en la ciudad de Medellín, de ella puedo destacar que cuenta con muchas cosas que no había visto durante mi etapa académica, destaco que cuenta con una planta de realización de concreto el cual es premezclado en la misma obra, además de ello destaco el cumplimiento de las normativas colombianas, tanto de seguridad y salud en el trabajo, como también en cuanto al tema de construcción, esto con la realización de ensayos al suelo, al concreto, así como la verificación de la calidad de los materiales que llegan de sus proveedores.

*Palabras clave*

Practicante, Residente, Cronograma, Seguridad, Programación, Control.

**ABSTRACT**

This project deals with the completion of my undergraduate work to opt for the title of Civil Engineering as a Resident Structural Engineer assistant, in the form of professional practice in the construction of **THREE TOWERS OF APARTMENTS IN CHARGE OF THE EMPRESA SOLUCIONES CIVILES S.A.** of the city of Medellín, Antioquia, which is a construction company with a presence in different municipalities of the Aburrá Valley, during its years of existence it has delivered 21 works which have had both occupational and commercial purposes, currently it is in charge of 12 works Also with different purposes, one of these works is Villa Terra located in the Guayabal sector of the city of Medellín, which was started in March 2019 and has an estimated completion date of February 2023. In the Villa Terra project, It gave me the opportunity to carry out my professional internships as a Resident Structural Engineer assistant.

Although at the beginning my activities were based specifically on supporting the Resident Structural Engineer, over time I was assigned the responsibility of leading the development of stage IV of the parking lot, which consisted of the execution of 3 parking floors, in addition to two tanks and at the foundation level of the block. At this stage, I was in charge of calculating the quantities, scheduling the work, as well as supervising the correct development of the activities

and including the activities carried out in the work budget that the company managed with the help of the PACO software.

With the development of these practices, I acquired my first experience in the field of Civil Engineering, it was 4 months of sadness, joy, discouragement and motivation, almost always in that order because there were so many things under my responsibility that I thought it would not be capable, but with the help and guidance of my family, friends, teachers, superiors, and even the people I led, I was able to finish this important stage of my life in the best way. Now with regard to the execution of this stage, it is important to note that, at the end of my stay in the company, I had a good performance of the same, with everything that there have been delays due to the constant rains at the beginning of the stage, something that it can be remedied by hiring more staff.

On June 11, the final day of my stage as an intern in Civil Engineering at the company SOLUCIONES CIVILES SA, I say goodbye to my entire work team, in my mind there are good things about such an organized company that is an example in the city of Medellín, I can highlight from it that it has many things that I had not seen during my academic stage, I highlight that it has a concrete production plant which is pre-mixed in the same work, in addition to this I highlight the compliance with Colombian regulations, both on safety and health at work, as well as on the subject of construction, this with the performance of tests on the soil, concrete, as well as the verification of the quality of the materials that arrive from their suppliers.

x

**Keywords**

Practicing, Resident, Schedule, Security, Scheduling, Control.

## Tabla de Contenido

Introducción e información general .....	1
Introducción .....	1
Marco referencial .....	2
Principales funciones del Ingeniero Residente .....	2
Funciones secundarias del Ingeniero Residente .....	3
Marco teórico .....	3
Marco Contextual.....	5
Objetivos .....	9
Objetivo General.....	9
Objetivos específicos .....	9
Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos. ....	10
Actividades delegadas por la empresa .....	12
Principales áreas de responsabilidad.....	12
Actividades desarrolladas para el cumplimiento del objetivo .....	13
Cantidades de obra.....	22
Realización de las actividades de obra del proyecto.....	24
Recurso humano.....	27
Presupuesto de obra .....	32

Rendimientos y consumos de la mano de obra.....	34
Cronograma de Obra.....	36
Comparación de la programación realizada con la programación del proyecto.....	42
Variaciones del cronograma de obra.....	42
Comprobar el comportamiento de las normas de seguridad dentro de la obra.....	45
Trabajo en alturas.....	45
Seguridad en la obra.....	47
Medidas de Bioseguridad.....	50
Plan de capacitación a los trabajadores.....	55
Calcular cantidades de materiales a utilizar en la obra proyectada de acuerdo con el cronograma, disminuyendo las cantidades de desperdicio de los materiales. ....	57
Cantidades de materiales a utilizar de acuerdo con el cronograma .....	57
Pedidos de acero .....	57
Pedidos de concreto .....	60
Disminución del desperdicio.....	61
Medir el comportamiento del diseño de la mezcla y la correcta aplicación de concreto de obra. 63	
Concreto Premezclado .....	63
Concreto mezclado en obra.....	67
Preparar informes quincenales al director de trabajo de grado de los avances en la obra. ....	70
Primer corte de obra (11 de febrero – 25 de febrero) .....	71
Segundo corte de obra (26 de febrero – 11 de marzo).....	75

Tercer corte de obra (12 de marzo – 26 de marzo) .....	82
Cuarto corte de obra (29 de marzo – 9 de abril) .....	85
Quinto corte de obra (12 de abril – 23 de abril).....	88
Sexto corte de obra (26 de abril – 7 de mayo) .....	90
Séptimo corte de obra (10 de mayo – 21 de mayo) .....	93
Octavo corte de obra (24 de mayo – 11 de junio).....	97
Conclusiones .....	100
Recomendaciones .....	101
Lista de referencias .....	102
Anexos .....	105

*Lista de tablas*

Tabla 1: Identificación de actividades .....	16
Tabla 2: Detalles de las pilas de cimentación .....	21
Tabla 3: Cálculo de cantidades de acero .....	22
Tabla 4: Cálculo de cantidades estructurales .....	23
Tabla 5: Recurso Humano .....	27
Tabla 6: Salario según factor salarial .....	28
Tabla 7: Devengos .....	28
Tabla 8: Deducidos .....	29
Tabla 9: Neto pagado .....	29
Tabla 10: Seguridad Social .....	29
Tabla 11: Parafiscales .....	30
Tabla 12: Liquidación .....	30
Tabla 13: Dotación y Total pagado .....	31
Tabla 14: Cotizaciones para costo de actividades .....	32
Tabla 15: Eficiencia de la mano de obra (Fuente: John S. Page) .....	34
Tabla 16: Rendimientos de obra de acuerdo con indicaciones de la empresa contratista .....	35
Tabla 17: Duración de las actividades .....	36
Tabla 18: Duración de las actividades. ....	38
Tabla 19: Programación de la etapa IV .....	40
Tabla 20: Subetapas del proyecto .....	57

*Lista de figuras*

Figura 1: Valle de Aburrá (Fuente: Researchgate) .....	6
Figura 2: Medellín, Antioquia (Fuente: Google maps).....	7
Figura 3: Localización del proyecto (Fuente: Google Maps). .....	7
Figura 4: Cronograma del proyecto Villa Terra parte 1 .....	11
Figura 5: Cronograma del proyecto Villa Terra parte 2 .....	11
Figura 6: Cronograma etapa 4 parqueadero.....	13
Figura 7: Plano tanques subterráneos. ....	14
Figura 8: Plano piso 4 Etapa 4 parqueadero .....	15
Figura 9: Parqueaderos. ....	15
Figura 10: Plano estructural cimentación etapa 4 parqueadero .....	17
Figura 11: Detalles estructurales pilas de cimentación (Vista de perfil) .....	18
Figura 12: Detalles estructurales pilas de cimentación (Vista en planta1) .....	19
Figura 13: Detalles estructurales pilas de cimentación (Vista en planta2) .....	19
Figura 14: Detalles técnicos tanque. ....	20
Figura 15: Presupuesto de la etapa IV de Villa Terra.....	33
Figura 16: Pilas dañadas por el invierno.....	43
Figura 17: Capacitación Curso Avanzado en trabajo seguro en alturas .....	46
Figura 18: Capacitación Curso Avanzado en trabajo seguro en alturas .....	47
Figura 19: Uso de elementos de seguridad. ....	48
Figura 20: Señalización dentro de la obra.....	49

Figura 21: Cintas de precaución. ....	49
Figura 22: Toma de temperatura en la entrada y salida de la obra .....	53
Figura 23: Zona de desinfección.....	53
Figura 24: Zona de alimentación. ....	54
Figura 25: Señalización de distanciamiento social. ....	54
Figura 26: Medidas de precaución.....	55
Figura 27: Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo .....	56
Figura 28: Ficha técnica acero figurado (Fuente: GERDAU) .....	58
Figura 29: Pedido de materiales.....	59
Figura 30: Acero figurado.....	60
Figura 31: Almacenamiento de agregados y planta de procesamiento. ....	62
Figura 32: Remisión de concreto premezclado Argos.....	64
Figura 33: Vaciado del concreto de pilas.....	64
Figura 34: Vaciado del concreto de columnas.....	65
Figura 35: Curado del concreto de las pilas.....	66
Figura 36: Curado del concreto de las columnas .....	67
Figura 37: Preparación de los cilindros de concreto.....	68
Figura 38: Resultados de laboratorio de dosificaciones del concreto.....	68
Figura 39: Respuesta de los laboratorios CONTECON URBAR.....	69
Figura 40: Avances en la torre 1 fecha inicio de las prácticas.....	72
Figura 41: Avances en la torre 2 fecha inicio de las prácticas.....	72

Figura 42: Marcación de puntos para Pila Parqueadero. ....	73
Figura 43: Armadura de Pilas y Excavación de vigas .....	75
Figura 44: Avances Etapa 1 Torre 2 día 27 de febrero .....	75
Figura 45: Puntos Red de Acueducto.....	76
Figura 46: Cronograma Red de lluvias y red de aguas residuales .....	77
Figura 47: Avances de vaciado de Pilas y Vigas Parqueadero Etapa 1 .....	78
Figura 48: Avances de Pilas Torre II .....	79
Figura 49: Avances del cálculo de cantidades de acero.....	80
Figura 50: Armado de acero de muros estructurales .....	82
Figura 51: Avances Torre II.....	83
Figura 52: Control del cálculo de cantidades de acero .....	83
Figura 53: Armado de acero en losa de la etapa 1 .....	84
Figura 54: Localización del terreno a trabajar el movimiento de tierra.....	85
Figura 55: Preparación de Cilindros .....	86
Figura 56: Revisión parte estructural de apartamentos.....	86
Figura 57: Revisión de perforaciones .....	87
Figura 58: Refuerzo estructural perforaciones.....	87
Figura 59: Tubería acueducto obra Villa Terra.....	88
Figura 60: Supervisión Etapa I parqueadero.....	89
Figura 61: Supervisión Torre II .....	89
Figura 62: Inicio excavación de pila.....	90

Figura 63: Excavación y anillado de las pilas.....	91
Figura 64: Canastas de Pilas .....	91
Figura 65: Pilas de cimentación.....	93
Figura 66: Armado de Cabezote de Pilas y Vigas .....	94
Figura 67: Vaciado de vigas .....	94
Figura 68: Armado y vaciado de losa de contrapiso.....	95
Figura 69: Columnas armadas y encofradas .....	96
Figura 70: Acero de los muros de los tanques .....	97
Figura 71: Tanques vaciados .....	98
Figura 72: Armado de acero de vigas y cabezotes.....	99
Figura 73: Armada de equipo losa aérea o tapa de tanque .....	99

## **Introducción e información general**

### **Introducción**

El desarrollo de la práctica profesional hace referencia al grupo de actividades que un estudiante en este caso de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona debe llevar en una empresa relacionada a los fines del programa estudiado, con el fin de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su paso como estudiante profesional, algo que normalmente se realiza como auxiliar de Ingeniero Residente. En este documento se plasma el avance de la obra, visto desde el cargo de auxiliar de Ingeniero Residente Estructural, cargo que me fue asignado por la empresa para la realización de mis prácticas profesionales, las cuales las realice en la obra Villa Terra ubicada en la ciudad de Medellín.

Al participar en un proyecto como auxiliar de Ingeniero Residente, existe la posibilidad de aplicar parte de los conocimientos adquiridos durante mi formación académica de pregrado, además de adquirir cierta experiencia en obra, lo que contribuye en mi formación profesional como estudiante de Ingeniería Civil, así mismo con la realización de la práctica profesional se tiene la posibilidad de conocer la dinámica del ambiente laboral, además de las relaciones en los equipos de trabajo y el esquema funcional de una empresa, siendo todo esto provechoso para el enriquecimiento profesional, obteniendo la primera experiencia y llenando de habilidades, compromisos y actitudes en las labores que ejerceré como profesional de Ingeniería Civil durante toda mi vida.

## **Marco referencial**

La Ingeniería Civil es la disciplina de la ingeniería que emplea conocimientos de cálculo, mecánica, hidráulica, física y medio ambiente, para encargarse del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras emplazadas en el entorno, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, diques y otras construcciones relacionadas. (Company, 2007) Ahora bien, un Ingeniero Civil, será el encargado de diseñar, construir y realizar mantenimiento a las infraestructuras mencionadas, llevando siempre un seguimiento en cada uno de los procesos de la misma, es por ello que aparecen los Ingenieros Residentes que generalmente son los ojos de los directores y dueños de las obras y que actúa como principal encargado para garantizar la correcta ejecución de la construcción que se le ha dejado a su disposición, su presencia es indispensable para llevar a cabo de una manera eficiente el desarrollo de toda obra.

### ***Principales funciones del Ingeniero Residente***

Encargado de dirigir la ejecución conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas, velando por rendimiento óptimo de equipos, herramientas y recursos humanos, además de garantizar el cumplimiento de las Normas de Seguridad e Higiene Industrial en el desarrollo de las obras de acuerdo a las condiciones establecidas en su contrato.

Encargado de la planificación, ejecución de la obra y de las actividades de control, tales como calidad, organización del personal, actas, mediciones, valuaciones y demás actos administrativos similares (Cárdenas, 2017).

### ***Funciones secundarias del Ingeniero Residente***

**Revisión de los planos.** Velar por la correcta ejecución de lo diseñado, pero sin antes revisar los diseños establecidos con el fin de garantizar las indicaciones y especificaciones que se entregan con los planos a los maestros de obra.

**Control de materiales.** Se debe garantizar la calidad de los materiales, algo que se puede conseguir a través de ensayos de laboratorio y demás estudios, además de ello se debe garantizar los materiales necesarios en cada corte de obra evitando cualquier tipo de retraso por la falta de estos.

**Control de la ejecución.** El Ingeniero Residente deberá inspeccionar y vigilar todo lo relacionado con la ejecución de la obra. (NSR-10, 1997).

### ***Marco teórico***

#### ***Planteamiento del problema***

En la ejecución de cualquier obra civil, se necesita de algunos factores como la planeación, gestión, administración, costo, calidad, tiempo y alcance, para que esta sea ejecutada en el tiempo previsto y con los estándares exigidos, aunque estos últimos en muchas ocasiones tienden a verse afectados,

debido a una mala planificación o por la falta de personal capacitado que apoye estos procesos y permita llevar un control en la ejecución de la obra.

Es por ello por lo que se ve la necesidad de contar con personas con los conocimientos previos y se encuentren capacitados, para que lleven el control y seguimiento de la obra; y si fuese el caso de presentarse algún problema en ella, este sea solucionado en el menor tiempo posible para así lograr el buen desarrollo del proyecto.

La empresa SOLUCIONES CIVILES S.A. es una constructora ubicada en la Ciudad de Medellín, con presencia en diferentes municipios del Valle de Aburrá, que actualmente está a cargo de 12 obras con distintas finalidades, una de esas obras es Villa Terra ubicada en el sector Guayabal de la ciudad de Medellín, proyecto que consta de 3 torres de 445 apartamentos, la cual fue iniciada en marzo de 2019 y se tiene como fecha estimada de finalización en febrero de 2023, aquí me fue brindaba la oportunidad de la realización de mis prácticas profesionales como auxiliar de Ingeniero Residente Estructural, al ser estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona, cuento con los conocimientos teóricos necesarios para apoyar en la ejecución de dicho proyecto, con ello también adquirir conocimientos prácticos para complementar mi formación profesional.

### ***Formulación del problema***

¿Cómo influye desempeñarse como auxiliar de Ingeniero Residente Estructural en el futuro profesional del estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona?

### ***Justificación***

El ingeniero Residente desempeña uno de los roles más importantes en la ejecución de los proyectos de obra, ya que está encargado de realizar una gran cantidad de actividades siendo responsable de todas ellas, con ello su presencia se hace indispensable, normalmente debe llevar un seguimiento al cronograma de obra, a la seguridad y salud en el trabajo, a la calidad de los materiales y demás especificaciones que se abarquen en su contrato, incluyendo incluso los imprevistos, por eso es importante contar con una persona capacitada, debido a esto se refleja la necesidad de realizar este trabajo de grado, garantizándole a la empresa SOLUCIONES CIVILES S.A. todos mis conocimientos en el apoyo al seguimiento y supervisión del proyecto Villa Terra, que de igual manera al brindarme esta oportunidad me ayuda a adquirir conocimientos prácticos que complementan los ya adquiridos dentro de la Universidad de Pamplona.

### ***Marco Contextual***

#### ***Valle de Aburrá***

El Área metropolitana del Valle de Aburrá es un territorio conurbado que se extiende de norte a sur sobre el eje del río Aburrá-Medellín, como región está conformada por diez municipios, a saber, de sur a norte: Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Itagüí en el sur, Medellín en el centro del valle, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa en el norte. En una extensión de 1.165,5 kilómetros cuadrados, habitan 4.055.296 personas al año 2020, de acuerdo con las proyecciones poblacionales del DANE provenientes del censo 2018. (Medellín cómo vamos)

*Figura 1: Valle de Aburrá (Fuente: Researchgate)*



### ***Medellín, Antioquia.***

Medellín es un municipio colombiano, capital del departamento de Antioquia. Se asienta en la parte más ancha de la región natural conocida como Valle de Aburrá, en la cordillera central de los Andes, para el año 2021 tiene una población de 2.533.424 habitantes de acuerdo con las proyecciones poblacionales del DANE provenientes del censo 2018. Durante el siglo XIX, Medellín se desarrolló como un centro dinámico de comercio, primero exportando oro, posteriormente mercancías provenientes de la industrialización de la ciudad y actualmente es un importante centro de servicios. Medellín se encuentra ubicada en el centro geográfico del Valle de Aburrá, sobre la cordillera central de los Andes en las coordenadas  $6^{\circ}13'55''N$   $75^{\circ}34'05''O$ . La ciudad cuenta con un área total de 328 km<sup>2</sup> de los cuales 110 km<sup>2</sup> son suelo urbano y 218 km<sup>2</sup> son suelo rural. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2021)

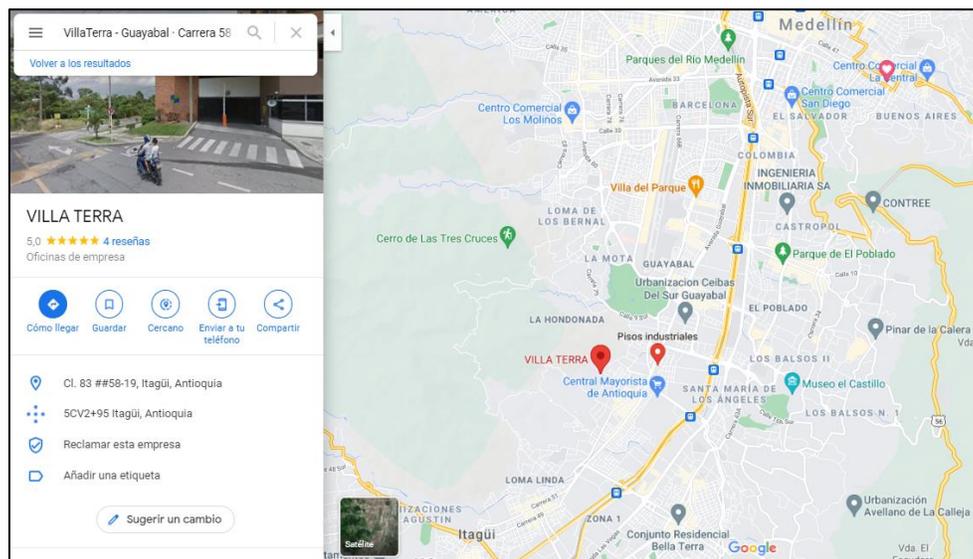
*Figura 2: Medellín, Antioquia (Fuente: Google maps).*



### ***Ubicación del Proyecto***

En la Carrera 58 # 14 Sur 40, en el sector Guayabal de la ciudad de Medellín, la empresa constructora SOLUCIONES CIVILES S.A, realiza el proyecto de construcción de tres torres con 445 apartamentos en total.

*Figura 3: Localización del proyecto (Fuente: Google Maps).*



Para el desarrollo del proyecto Villa Terra, la empresa SOLUCIONES CIVILES S.A. dividió el proyecto en diferentes etapas, las cuales estaban relacionadas entre sí y para el correcto desarrollo del proyecto se debía haber cumplido cada una las etapas. Durante la realización de las prácticas, en el primer mes y medio la empresa a través de diferentes capacitaciones, charlas, reuniones y demás trabajos realizados siempre con el apoyo del Ingeniero Residente Estructural, con ello la empresa decidió darme la responsabilidad para el control y manejo de todo lo pertinente con la etapa 4 del parqueadero, la cual está conformada por una parte del parqueadero además del tanque de agua.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Desarrollar la práctica profesional como auxiliar de Ingeniero Residente Estructural en la construcción de tres torres de apartamentos a cargo de SOLUCIONES CIVILES S.A. en la ciudad de Medellín.

### ***Objetivos específicos***

- ☒ Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos.
  
- ☒ Comprobar el comportamiento de las normas de seguridad dentro de la obra.
  
- ☒ Calcular cantidades de materiales a utilizar en la obra proyectada de acuerdo con el cronograma, disminuyendo las cantidades de desperdicio de los materiales.
  
- ☒ Medir el comportamiento del diseño de la mezcla y la correcta aplicación de concreto de obra.
  
- ☒ Preparar informes quincenales al director de trabajo de grado de los avances en la obra.

**Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos.**

La práctica profesional fue llevada a cabo en el sector Guayabales en el proyecto Villa Terra, durante un periodo de cuatro (4) meses y una jornada de trabajo diario de ocho horas.

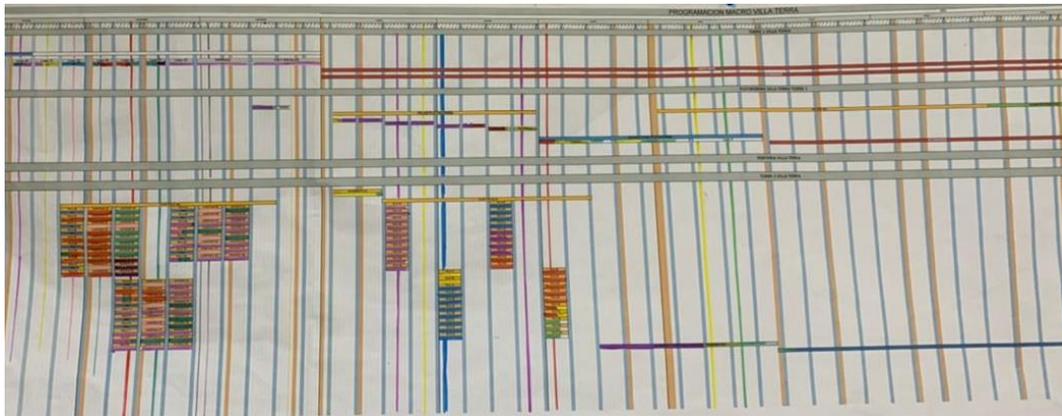
Al ser nueva en el campo profesional, y no tener mucho conocimiento del proyecto, ni de la etapa de ejecución en el que este se encontraba, el primer día laboral se inicia la jornada con la capacitación por parte de la oficina de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), donde me indican cuales son los peligros biológicos, químicos, físicos, auditivos, entre otros a los que puedo estar expuesta durante el desarrollo de mis prácticas, así mismo me dan las indicaciones como contrarrestar estos peligros y que se debe hacer en caso de que alguno de ellos llegue a ocurrir. Después de la capacitación, realicé un recorrido por toda la obra con el Ingeniero Residente para identificar los avances que se llevaban hasta el momento.

Ahora teniendo en cuenta lo que indica mi primer objetivo específico el cual es “Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos”, debía conocer más sobre los detalles de la obra, por lo que me di a la tarea de pedir planos, cronogramas de obra y presupuestos. La empresa constructora SOLUCIONES CIVILES S.A, me brindó acceso a un drive, en el cual estaba toda la información referente a diseños, con los planos en planta y detalles de todo el proyecto. Entonces me permitieron el acceso a:

- ⊗ Planos en formato DWG: Arquitectónicos, estructurales, de cimentación, de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.
- ⊗ Presupuesto general de la obra en el Software PACO.

La empresa contaba con un cronograma de obra, el cual estaba ubicado en la sala de comité en una pared completa y allí se indican las actividades generales necesarias para la correcta realización de todo el proyecto, el cual se puede ver en la figura 4: Cronograma del proyecto Villa Terra.

*Figura 4: Cronograma del proyecto Villa Terra parte 1*



*Figura 5: Cronograma del proyecto Villa Terra parte 2*



### **Actividades delegadas por la empresa**

Desde un inicio la empresa SOLUCIONES CIVILES S.A.S., en el contrato me asigno unas áreas de responsabilidad con sus respectivas actividades.

### ***Principales áreas de responsabilidad***

- ✓ Programar mantenimientos preventivos y correctivos de la maquinaria y equipos para garantizar su funcionamiento.
- ✓ Realizar tareas de avance de obra y ejecuciones revisando especificaciones técnicas de la obra para cumplir con los parámetros y calidad de la misma.
- ✓ Apoyar el proceso de documentación de la obra para garantizar el cumplimiento de requisitos y entrega final.
- ✓ Todas las actividades afines al puesto de trabajo, que a juicio de sus superiores sean necesarias para cumplir con los objetivos y metas de la compañía.

### ***Comités***

- ✓ Participación en comités de Obra, contratistas y técnicos.
- ✓ Con integrantes de la obra.

### ***Requisitos del cargo***

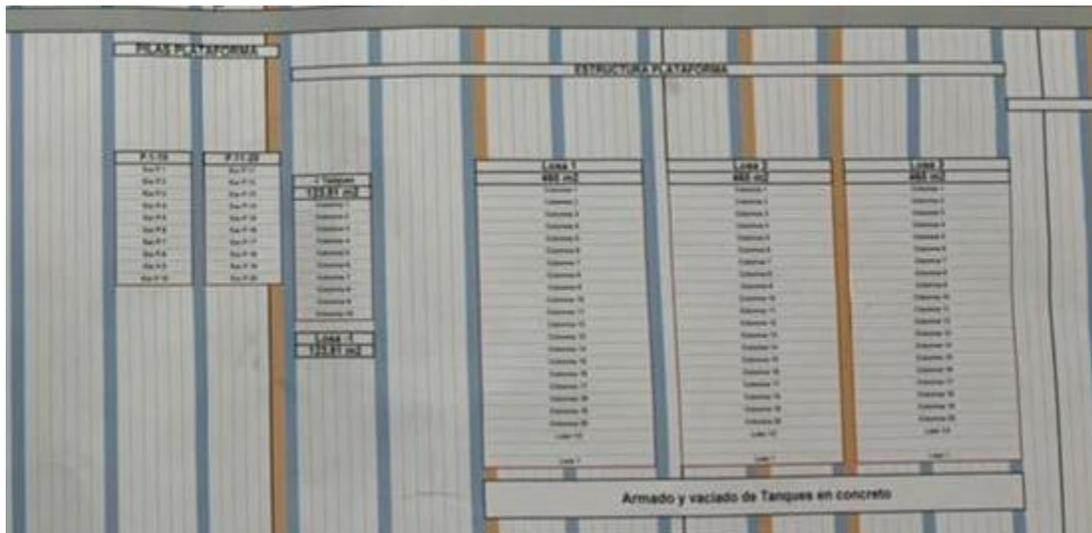
- ✓ Educación: Estudiante o recién graduado de Ingeniería Civil.
- ✓ Experiencia: Conocimiento en estructuras.
- ✓ Entrenamiento: Introducción corporativa y del cargo,

Aunque con el paso del tiempo, me fue asignada como función llevar a cabo todo lo de la etapa 4 del parqueadero, por lo que esta etapa del proyecto fue mi función principal durante mi estadía en la empresa.

### Actividades desarrolladas para el cumplimiento del objetivo

El primer objetivo específico es **“Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos”**, para dar cumplimiento al mismo en primera estancia es importante tener en cuenta el cronograma de obra que en un principio tenía la empresa para esta etapa.

*Figura 6: Cronograma etapa 4 parqueadero*



De acuerdo con el cronograma del proyecto que la empresa me facilitó, para la etapa IV del parqueadero se tenía prevista su ejecución en 2 meses.

La programación, ejecución y control de obra juega un papel muy importante en la ejecución de cualquier proyecto de construcción, cuando se realiza la programación de obra es importante conocer las cantidades de cada una de las actividades que se llevaran a cabo, además, es necesario conocer que actividades se deben ejecutar antes de cada actividad, esto con el fin de realizar una programación de actividades, obteniendo así una ruta crítica que nos guía como hacer el proyecto en el menor tiempo posible, evitando gastos innecesarios por cortes de obra o malgasto de material.

Ahora teniendo claro lo anterior, mi tarea es realizar una identificación de actividades, cantidades y duraciones para llevar un control de todo lo requerido para el correcto desarrollo de dicha etapa, primero que todo se procede a analizar los planos suministrados de la etapa 4 del parqueadero, para después realizar el cálculo de cantidades de acuerdo a los planos suministrados. La etapa 4 del parqueadero consiste en la construcción de 4 niveles. En el primer nivel, estará ubicado un tanque de almacenamiento de agua, además de un cuarto de máquinas.

*Figura 7: Plano tanques subterráneos.*

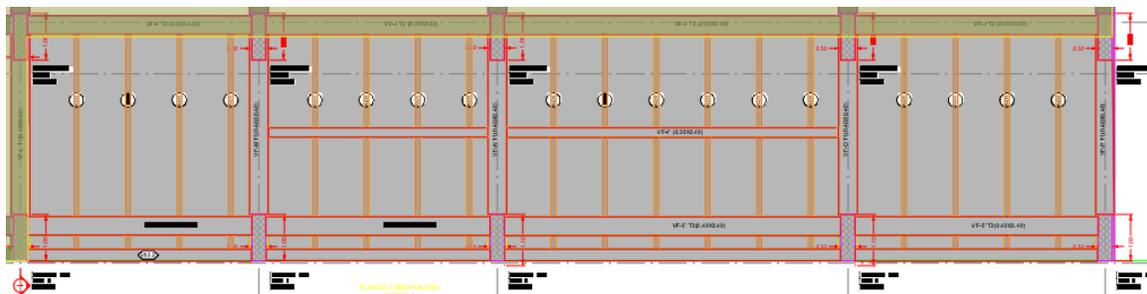
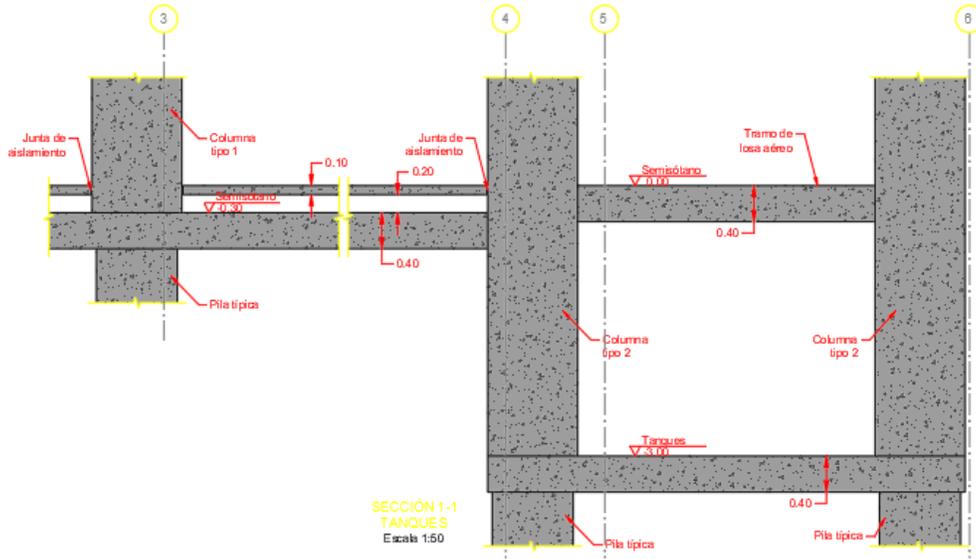


Figura 8: Plano piso 4 Etapa 4 parqueadero



Los otros 3 niveles serian de parqueadero, con 21 espacios de aparcamiento cada uno.

Figura 9: Parqueaderos.



Lo anterior se realizó con el fin de conocer la obra, el paso siguiente es realizar el cálculo de cantidades, para ello con ayuda de los planos estructurales suministrados, se debe realizar en primera instancia una identificación de las actividades necesarias, así como su unidad de medida, para ejecutar la obra, y luego si realizar el cálculo de las cantidades para ejecutar dichas actividades.

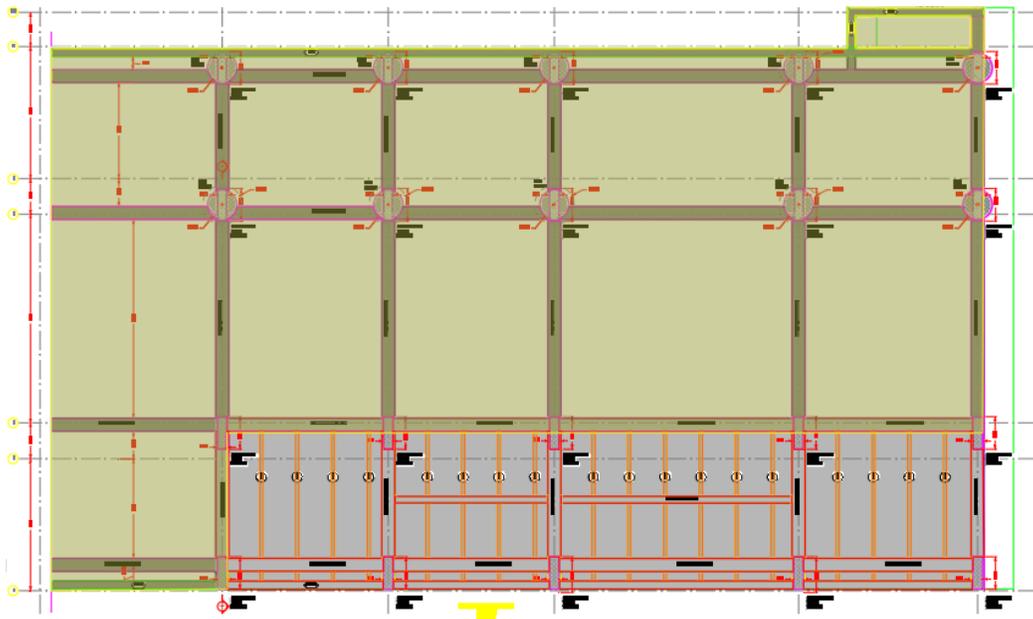
*Tabla 1: Identificación de actividades*

	<b>EMPRESA</b>	<b>SOLUCIONES CIVILES S.A.S.</b>
	<b>PROYECTO</b>	<b>VILLA TERRA</b>
	<b>REALIZADO POR</b>	<b>DAYANA ORTIZ CAMPO</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>
<b>EXCAVACIONES</b>	
<b>Pilas</b>	m3
<b>Vigas de fundación</b>	m3
<b>ARMADO DE ACERO</b>	
<b>Pilas</b>	kg
<b>Vigas de fundación</b>	kg
<b>Muros de los tanques</b>	kg
<b>Columnas</b>	kg
<b>Vigas por piso</b>	kg
<b>Vigas aéreas</b>	kg
<b>CONCRETO</b>	
<b>Pilas</b>	m3
<b>Losa cimentación</b>	m3
<b>Muros de los tanques</b>	m3
<b>Vigas por piso</b>	m3
<b>Nervios por piso</b>	m3
<b>Vigas tanque</b>	m3
<b>Nervios aéreos</b>	m3
<b>Losa por piso</b>	m3
<b>Columnas por piso</b>	m3

Con las cantidades de obra podremos conocer el costo total de los materiales a utilizar, cantidades el personal de trabajo deberá realizar, por lo tanto, se deben incluir todas las actividades necesarias para la culminación del proyecto, de estas misma también depende el manejo de un buen presupuesto, un control en obra y una ejecución sin imprevistos en actividades y tiempo.

*Figura 10: Plano estructural cimentación etapa 4 parqueadero*



De acuerdo con el plano estructural de cimentación de la etapa 4 parqueadero, se pueden identificar 5 ejes verticales enumerados así: L, M, N, O y P; además de 7 ejes horizontales enumerados así: 7P, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. El área de la esta etapa del parqueadero, ronda los 500 metros cuadrados. De igual manera es importante destacar la presencia de pilas de cimentación ubicadas en las intercepciones de los ejes principales: Ejes verticales L, M, N, O y P; ejes horizontales 1, 3, 4 y 6, y con ello teniendo un total de 20 pilas de cimentación. Para realizar el cálculo de cantidades es importante contar con detalles técnicos de los elementos estructurales de todos los elementos, con el fin de poder realizar un cálculo real de cantidades sin estar suponiendo nada.

Figura 11: Detalles estructurales pilas de cimentación (Vista de perfil)

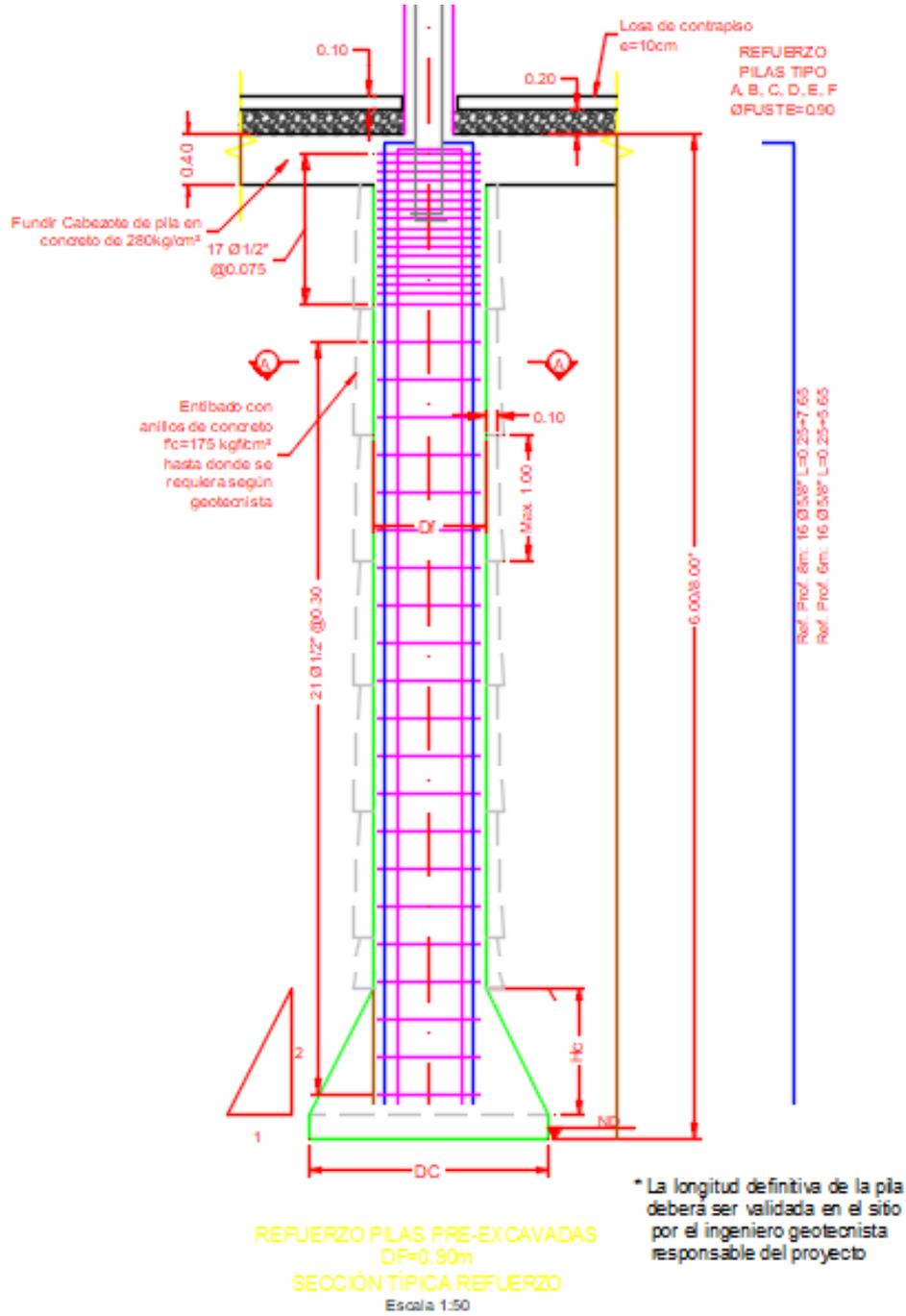


Figura 12: Detalles estructurales pilas de cimentación (Vista en planta1)

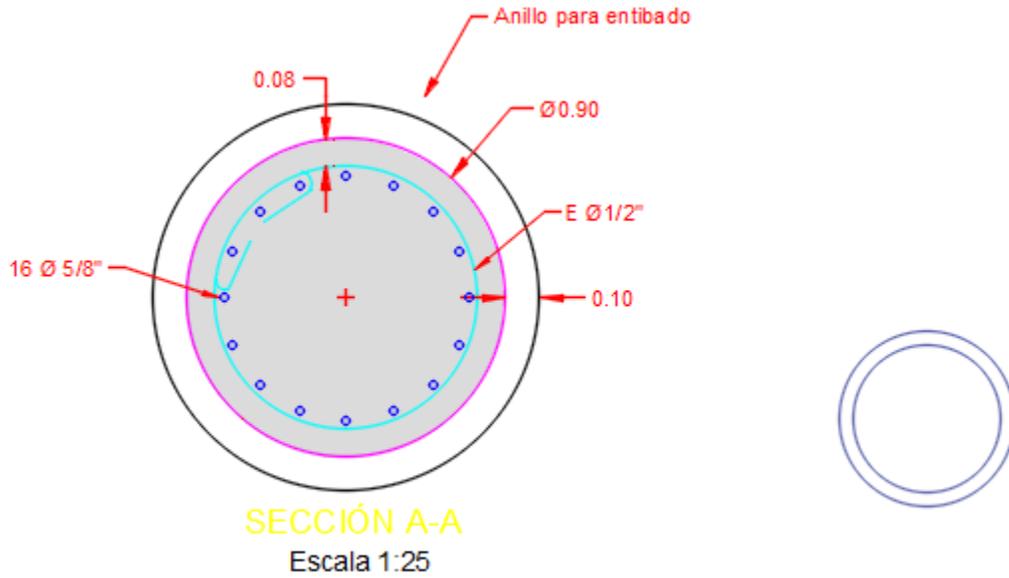
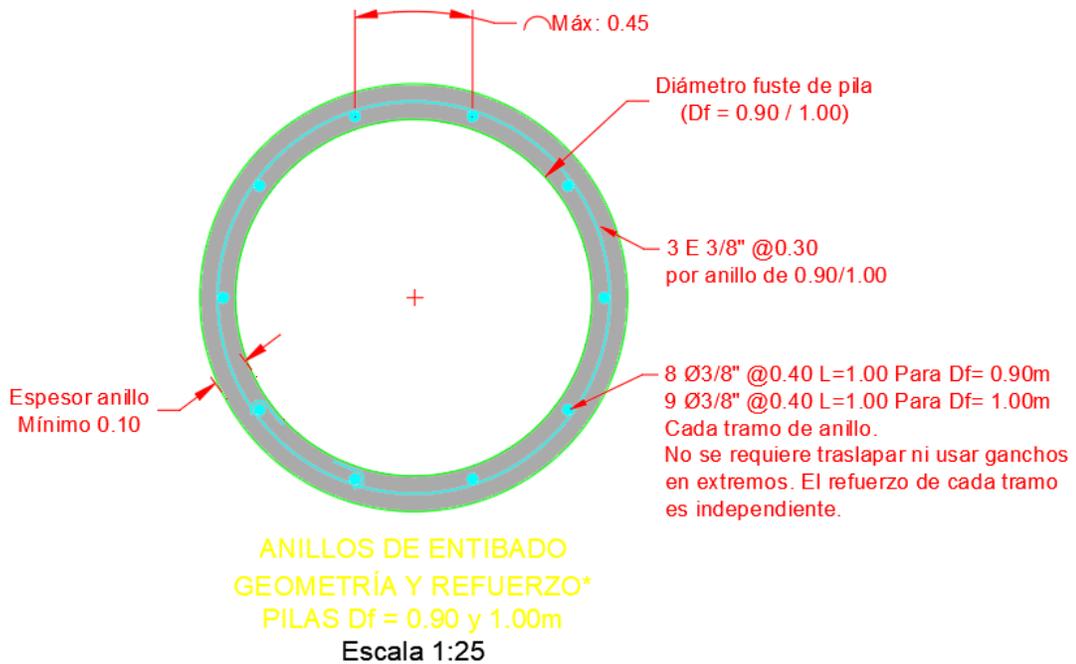
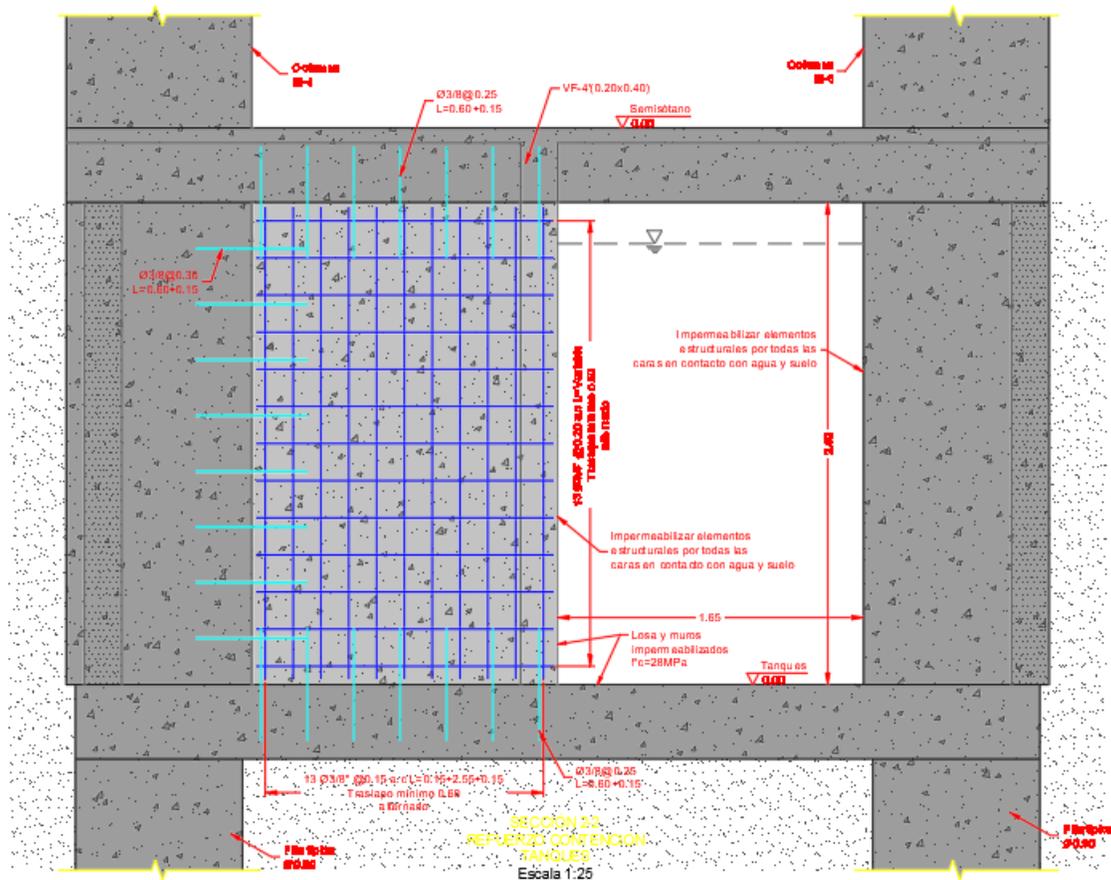


Figura 13: Detalles estructurales pilas de cimentación (Vista en planta2)



(los anillos reforzados se deberán usar en todas las excavaciones manuales de pilas en las profundidades que el ingeniero de suelos determine necesario)

Figura 14: Detalles técnicos tanque.



Los tanques estarán ubicados 3.4 metros por debajo del nivel de los parqueaderos, en forma de subterráneo.

Además de ello en los planos estructurales, también nos dan la relación de los diferentes tipos, cantidades, longitudes, resistencia, diámetros de fuste y campana, además de la altura de la campana, todo esto en relación con las pilas de cimentación.

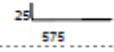
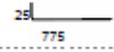
*Tabla 2: Detalles de las pilas de cimentación*

CUADRO DE PILAS						
Tipo	Cantidad	Longitud Total* (m)	f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )	Df (m)	Dc (m)	Hc (m)
A	5	8	210	0.9	0.9	0.0
B	5	8	210	0.9	1.2	0.3
C	2	6	210	0.9	1.4	0.5
D	4	6	210	0.9	1.6	0.7
E	1	6	210	0.9	0.9	0.0
F	3	6	210	0.9	1.2	0.3
TOTAL	20					

De igual manera fue necesario calcular piso a piso las cantidades de acuerdo con los planos suministrados, además de los detalles técnicos en los que nos mostraban la distribución de los diferentes tipos de acero, tanto longitudinal como transversal, también las uniones y detalles de placas, columnas, vigas y demás de cada uno de los pisos.

Para el cálculo de cantidades de acero, una vez manejo a la perfección los procedimientos en los que fui capacitada, con ayuda del Programa Lista de Hierro se realizaron dichos cálculos, los cuales me arrojaban un reporte con las cantidades de acero indicando el diámetro, la longitud y el peso de los diferentes elementos.

Tabla 3: Cálculo de cantidades de acero

CLIENTE: SOLUCIONES		SECTOR: Unico							
OBRA: VILLA TERRA		PESO CARTILLA 5,745 kg							
CARTILLA: PILAS ETAPA4									
<b>ELEMENTO PILA TIPO I-6 1</b>									
Plano 1		Peso Elemento: 2,448 kg				Cantidad 10			
Marca Cliente	Marca Gerdau	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Diametro	Calidad	Longitud Corte	Peso Unitario	Peso Total	Figura
5800L	5800L	16	160	5	W60	800	9.31	1,490	
1	4292EF	33	330	4	W60	292	2.90	958	
<b>ELEMENTO PILA TIPO II-8 1</b>									
Plano 1		Peso Elemento: 3,148 kg				Cantidad 10			
Marca Cliente	Marca Gerdau	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Diametro	Calidad	Longitud Corte	Peso Unitario	Peso Total	Figura
5800L	5800L	16	160	5	W60	800	12.42	1,987	
1	4292EF	40	400	4	W60	292	2.90	1,161	
<b>ELEMENTO Productos Stock PS001</b>									
Plano 001		Peso Elemento: 150 kg				Cantidad 1			
Descripcion							Cantidad	Peso Unitario	Peso Total
Alambre Recocido en rollo							150	1.00	150.0

Resumen Total		
Diametro	Calidad	Peso
4	W60	2,119
5	W60	3,477
		Total: 5,595
Productos Stock		
ALB RCD CAL 17		150
		Total: 150
		Peso Total: 5,745

### Cantidades de obra

Una vez realizado el cálculo de cantidades, en un archivo de Excel se compactan todas las cantidades calculadas para cada una de las actividades.

Tabla 4: Cálculo de cantidades estructurales

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT
<b>1</b>	<b>EXCAVACIONES</b>		
1.1	Cabezote	m3	6,49
1.2	Campana	m3	4,98
1.3	Fuste	m3	136,85
1.4	Vigas de fundación (0,4x0,4)	m3	34,18
1.5	Vigas de fundación (0,25x0,4)	m3	5,96
<b>2</b>	<b>ARMADO DE ACERO</b>		
2.1	Pilas	kg	5745,00
2.2	Vigas fundación	kg	2421,00
2.3	Vigas fundación tanque	kg	2447,00
2.4	Tanques	kg	2640,00
2.5	Columnas	kg	15336,00
2.6	Vigaspiso1	kg	5733,00
2.7	Vigaspiso2	kg	5733,00
2.8	Vigaspiso3	kg	5099,00
2.9	Vigas aéreas	kg	1562,00
<b>3</b>	<b>FORMALETEADO</b>		
3.1	Vigas de fundación tanques	TOTAL	1
3.2	Losa de contrapiso	TOTAL	1
3.3	Losas de entrepiso	TOTAL	3
3.4	Columnas por piso	TOTAL	3,5
3.5	Vigas por piso	TOTAL	3
3.6	Vigas aéreas	TOTAL	1
<b>4</b>	<b>CONCRETO</b>		
4.1	Subbase losa contrapiso	m3	120,17
4.2	Lleno para losa contrapiso	m3	24,03
4.3	Cabezote	m3	5,09
4.4	Campana	m3	11,47
4.5	Fuste	m3	80,03
4.6	Anillo	m3	42,03
4.7	Losa cimentación tanque	m3	10,15
4.8	Muros de los tanques	m3	38,85
4.9	Losa cimentación	m3	29,64
4.10	Vigas piso 1	m3	20,03
4.11	Nervios piso 1	m3	8,46

4.12	Vigas piso 2	m3	20,03
4.13	Nervios piso 2	m3	8,46
4.14	Vigas piso 3	m3	20,03
4.15	Nervios piso 3	m3	8,46
4.16	Vigas tanque	m3	10,28
4.17	Nervios aérea	m3	1,47
4.18	Losa piso 1	m3	39,72
4.19	Losa piso 2	m3	39,80
4.20	Losa piso 3	m3	39,88
4.21	Losa de tanques aéreos	m3	10,15
4.22	Columnas cimentación tipo I	m3	9,36
4.23	Columnas cimentación tipo II	m3	8,46
4.24	Columnas piso 1 tipo I	m3	7,11
4.25	Columnas piso 1 tipo II	m3	7,11
4.26	Columnas piso 2 tipo I	m3	7,11
4.27	Columnas piso 2 tipo II	m3	7,11
4.28	Columnas Tanque Tipo II	m3	7,80

Es importante tener en cuenta que, para cuantificar la cantidad de materiales y actividades de la obra, será necesario haber realizado unos estudios previos: topográficos, ambientales, geotécnicos, estructurales, arquitectónicos, e hidrológicos; pues si estos no se realizan es un factor clave para el cambio de planos, lo que conlleva normalmente a necesitar de cantidades adicionales para la correcta ejecución del proyecto.

#### ***Realización de las actividades de obra del proyecto***

La identificación de las actividades de obra se hace con el fin de conocer paso a paso cómo será la ejecución de principio a fin de un respectivo proyecto, además es importante tener en cuenta los rendimientos o consumos para la realización de cada una de esas actividades, pues el recurso humano será un factor fundamental para determinar la duración total de un proyecto.

### ***Actividades preliminares***

Consiste en la adecuación de la zona en que se va a realizar el proyecto, y para su desarrollo se debe realizar las siguientes actividades:

- ⊠ ***Localización:*** Consiste en localizar el área del terreno, para su desarrollo es necesario contar con un topógrafo además de la ayuda de dos auxiliares, el equipo de Topografía, herramientas menores y demás materiales.
- ⊠ ***Cerramiento perimetral:*** Consiste en delimitar el terreno, se realiza normalmente con costal verde o con lona, para su desarrollo es necesario contar con dos auxiliares, el costal verde material con el que se hará el cerramiento, herramientas menores y demás materiales.
- ⊠ ***Descapote:*** Consiste en retirar la capa vegetal del terreno, para su desarrollo es necesario contar con dos auxiliares, que necesitarán de herramienta menor.
- ⊠ ***Remoción de material orgánico:*** Se retirará la materia orgánica, para su desarrollo es necesario contar con dos auxiliares, de loa herramienta necesaria.
- ⊠ ***Acometidas provisionales de agua y luz:*** Para el normal desarrollo de la obra se hace necesario contar con provisiones de agua y luz necesarias para el desarrollo correcto de la obra.
- ⊠ ***Campamento:*** Se debe tener de un lugar que sirva como depósito para almacenar materiales, herramientas y equipos.
- ⊠ ***Replanteo:*** Consiste en plasmar en el terreno lo que nos dicen los planos, para su desarrollo es necesario contar con un oficial y dos auxiliares, que necesitarán de herramienta menor.

### ***Excavaciones***

Una vez plasmados en el terreno los principales detalles de la obra, se hace necesario realizar las excavaciones para la respectiva cimentación, dicho procedimiento se puede realizar de manera manual o mecánica.

- ☒ ***Excavaciones manuales:*** Consiste en realizar de forma manual utilizando picas, palas, barras las excavaciones para la cimentación, para su desarrollo es necesario contar con dos auxiliares, que necesitarán de herramienta menor, además de una bomba de bombeo de agua cuando hay presencia del nivel freático o un martillo mecánico cuando hay presencia de roca.
- ☒ ***Retiro de material excavado:*** El material excavado es retirado y utilizado como relleno en las carreteras, para su desarrollo la empresa cuenta con maquinaria especial.

### ***Armado de acero***

- ☒ ***Elementos estructurales:*** Consiste en realizar el armado de acero de acuerdo con lo que indican los planos, además del encofrado, para su desarrollo es necesario contar con un oficial y un auxiliar, además de la herramienta menor y los respectivos materiales.

### ***Vaciado de concreto***

- ☒ ***Elementos estructurales:*** Consiste en realizar el vaciado de concreto, para su desarrollo si se requiere es necesario contar con todos los trabajadores, además de la herramienta menor y los respectivos materiales.

### ***Recurso humano***

Una vez han sido identificadas las actividades a realizar, así como lo requerido para su realización, es importante definir el recurso humano necesario para el proyecto.

El recurso humano se proyecta a través de cuadrillas, que consiste en equipos de trabajo el cual es requerido para ejecutar una determinada actividad. La empresa a través de su amplia experiencia en el sector de construcción, ha venido trabajando con cuadrillas de un oficial y un auxiliar, a quienes contrata a través de otra empresa según la necesidad humana requerida, estas cuadrillas, aunque son del mismo tipo (oficial y auxiliar), se destaca por su habilidad para el desarrollo con un adecuado rendimiento de cada una de las actividades de la etapa, según lo anterior se ha identificado el siguiente recurso humano necesario.

*Tabla 5: Recurso Humano*

<b>Recurso humano</b>			
<b>Pileros</b>	<b>C01</b>	(0:1:1)	1 oficial y 1 auxiliar
<b>Armado de acero</b>	<b>C02</b>	(0:1:1)	1 oficial y 1 auxiliar
<b>Vaciado de concreto</b>	<b>C03</b>	(0:1:1)	1 oficial y 1 auxiliar

Además de las cuadrillas proyectadas, para desarrollar todo el proyecto, también será necesario contar con la ayuda del Ingeniero Residente Estructural, además del Auxiliar del Ingeniero Residente quien actúa como supervisor del proyecto. Cabe destacar que el recurso humano proyectado, únicamente se basa en la realización de la etapa IV del parqueadero, que consiste en la ejecución de la parte estructural de ese parqueadero.

Por orden jerárquico sin mencionar al director y dueños del proyecto, en el desarrollo de este, tenemos en primer lugar al Ingeniero Residente Estructural, seguido del Auxiliar de Ingeniero Residente, maestro, oficiales, auxiliares.

En un presupuesto, el pago de nómina es un factor importante, que consiste en el pago de salarios incluyendo devengos, deducidos, seguridad social, parafiscales, liquidación y dotación a cada uno de los trabajadores y este se realiza teniendo en cuenta los valores del salario mínimo (SMMLV) y transporte del año 2021, los cuales son de \$ 908.526,00 y \$ 106.454,00 respectivamente, además de los respectivos porcentajes para los demás.

*Tabla 6: Salario según factor salarial*

Cargo	Factor salarial	Salario básico
Auxiliar	1	\$ 908.526,00
Oficial	2	\$ 1.817.052,00
Maestro empirico	2,5	\$ 2.271.315,00
Auxiliar de Ingeniería	1	\$ 908.526,00
Ingeniero Residente	3,5	\$ 3.179.841,00

*Tabla 7: Devengos*

Cargo	Devengos		
	Salario base	Aux. transporte	Total devengado
Auxiliar	\$ 908.526,00	\$ 106.454,00	\$ 1.014.980,00
Oficial	\$ 1.817.052,00	\$ 106.454,00	\$ 1.923.506,00
Maestro empirico	\$ 2.271.315,00	\$ -	\$ 2.271.315,00
Auxiliar de Ingeniería	\$ 908.526,00	\$ 106.454,00	\$ 1.014.980,00
Ingeniero Residente	\$ 3.179.841,00	\$ -	\$ 3.179.841,00

Es importante destacar que el auxilio de transporte únicamente se da a quienes devengan dos o menos salarios mínimos mensuales legales vigentes.

*Tabla 8: Deducidos*

Cargo	Deducidos		
	Salud 4%	Pensión 4%	Total deducido
<b>Auxiliar</b>	\$ 36.341,04	\$ 36.341,04	\$ 72.682,08
<b>Oficial</b>	\$ 72.682,08	\$ 72.682,08	\$ 145.364,16
<b>Maestro empirico</b>	\$ 90.852,60	\$ 90.852,60	\$ 181.705,20
<b>Auxiliar de Ingeniería</b>	\$ 36.341,04	\$ 36.341,04	\$ 72.682,08
<b>Ingeniero Residente</b>	\$ 127.193,64	\$ 127.193,64	\$ 254.387,28

Para el cálculo de los deducidos es importante tener en cuenta que este se realiza a partir del total devengado menos el auxilio de transporte.

*Tabla 9: Neto pagado*

Cargo	Neto pagado
<b>Auxiliar</b>	\$ 942.297,92
<b>Oficial</b>	\$ 1.778.141,84
<b>Maestro empirico</b>	\$ 2.089.609,80
<b>Auxiliar de Ingeniería</b>	\$ 942.297,92
<b>Ingeniero Residente</b>	\$ 2.925.453,72

El neto pagado es la diferencia entre el total devengado y el total deducido.

*Tabla 10: Seguridad Social*

Cargo	Seguridad social			
	Salud 8,5%	RiesgosP 6.96%	F.pensión 12%	Subtotal
<b>Auxiliar</b>	\$ 77.224,71	\$ 63.233,41	\$ 109.023,12	\$ 249.481,24
<b>Oficial</b>	\$ 154.449,42	\$ 126.466,82	\$ 218.046,24	\$ 498.962,48
<b>Maestro empirico</b>	\$ 193.061,78	\$ 158.083,52	\$ 272.557,80	\$ 623.703,10
<b>Auxiliar de Ingeniería</b>	\$ 77.224,71	\$ 63.233,41	\$ 109.023,12	\$ 249.481,24
<b>Ingeniero Residente</b>	\$ 270.286,49	\$ 221.316,93	\$ 381.580,92	\$ 873.184,34

La seguridad social de los trabajadores es algo esencial, debido al nivel de riesgo en este tipo de trabajo que se clasifica como riesgo V, de igual manera que en los deducidos solo se debe tener en cuenta el total devengado sin tener en cuenta el auxilio de transporte.

*Tabla 11: Parafiscales*

Cargo	Parafiscales			
	ICBF 3%	SENA 2%	CCF 4%	Subtotal
<b>Auxiliar</b>	\$ 30.449,40	\$ 20.299,60	\$ 40.599,20	\$ 91.348,20
<b>Oficial</b>	\$ 57.705,18	\$ 38.470,12	\$ 76.940,24	\$ 173.115,54
<b>Maestro empirico</b>	\$ 68.139,45	\$ 45.426,30	\$ 90.852,60	\$ 204.418,35
<b>Auxiliar de Ingeniería</b>	\$ 30.449,40	\$ 20.299,60	\$ 40.599,20	\$ 91.348,20
<b>Ingeniero Residente</b>	\$ 95.395,23	\$ 63.596,82	\$ 127.193,64	\$ 286.185,69

La empresa también paga por los parafiscales, para ello deberá pagar unos porcentajes adicionales, los cuales son del 3% para ICBF, del 2% para SENA y un 4% para caja de compensación familiar, estos valores son calculados de acuerdo con el total devengado.

*Tabla 12: Liquidación*

Cargo	Liquidación				Subtotal
	Cesantia 8,33%	Int. Cs 1%	Prima 8,33%	Vaca 4,17%	
<b>Auxiliar</b>	\$ 84.547,83	\$ 845,48	\$ 84.547,83	\$ 37.885,53	\$ 207.826,68
<b>Oficial</b>	\$ 160.228,05	\$ 1.602,28	\$ 160.228,05	\$ 75.771,07	\$ 397.829,45
<b>Maestro empirico</b>	\$ 189.200,54	\$ 1.892,01	\$ 189.200,54	\$ 94.713,84	\$ 475.006,92
<b>Auxiliar de Ingeniería</b>	\$ 84.547,83	\$ 845,48	\$ 84.547,83	\$ 37.885,53	\$ 207.826,68
<b>Ingeniero Residente</b>	\$ 264.880,76	\$ 2.648,81	\$ 264.880,76	\$ 132.599,37	\$ 665.009,69

La empresa deberá pagar por liquidación, siendo estos unos porcentajes adicionales, los cuales son del 8.33% para las cesantías, que de igual manera se pagará un 1% por interés de esas cesantías, del 8.33% por prima de servicios, estos valores son calculados de acuerdo al total devengado; así mismo la empresa pagará un 4.17% para vacaciones y este valor será calculado de acuerdo al total devengado menos el auxilio de transporte.

*Tabla 13: Dotación y Total pagado*

<b>Cargo</b>	<b>Dotación 4,2%</b>	<b>TOTAL PAGADO</b>
<b>Auxiliar</b>	\$ 38.158,09	\$ 1.529.112,13
<b>Oficial</b>	\$ 76.316,18	\$ 2.924.365,49
<b>Maestro empirico</b>	\$ 95.395,23	\$ 3.488.133,40
<b>Auxiliar de Ingeniería</b>	\$ 38.158,09	\$ 1.529.112,13
<b>Ingeniero Residente</b>	\$ 133.553,32	\$ 4.883.386,76

La empresa deberá asegurar la dotación de sus trabajadores, por ello al menos cada 4 meses deberá otorgar un 4,2% de acuerdo con el salario básico, para suplir la correcta dotación de sus trabajadores, cabe destacar que según la consideración de la empresa dicha dotación puede ser entregada en menor tiempo entre una y otra.

Una vez realizado el cálculo, es importante destacar que lo que se le paga a cada trabajador, no será únicamente el salario base que este devenga, dicho valor es mucho mayor al tener en cuenta que además de los salarios también de debe tener en cuenta los devengos, los deducidos, la seguridad social, los parafiscales, la liquidación y la dotación, es importante destacar que en el anterior cálculo no se tuvo en cuenta las horas extras, las bonificaciones y los descuentos de nómina que puedan llegar a tener los trabajadores, mismos que podrán variar aún más el salario de cada uno de ellos.

Para facilitar los cálculos, en los proyectos de obra se trabaja un factor prestacional, el cual se puede hacer de acuerdo con el cargo o un promedio de todos, que se calcula del total pagado

dividido entre el salario básico, lo que nos da un *Factor Prestacional Promedio de 1,61*, el cual normalmente es utilizado en los *Análisis de Precios Unitarios (APU's)*.

### Presupuesto de obra

Ahora para la elaboración de un presupuesto, todo parte de la asignación de un precio unitario a cada una de las actividades que se desarrollan, el costo total directo del proyecto será la sumatoria de la multiplicación de los precios unitarios y la cantidad de cada ítem. Las cantidades calculadas son introducidas en el Software PACO, en donde antes han sido relacionados los valores unitarios para el desarrollo de las actividades previamente determinadas, obteniendo con ello el presupuesto de obra para la Etapa IV del parqueadero.

Para determinar los precios unitarios de las actividades a realizar en el proyecto, la empresa cuenta con una base de datos en la que incluye los diferentes costos que cobran ciertas empresas contratistas según la actividad a realizar.

Tabla 14: Cotizaciones para costo de actividades

ITEM	UND	PRECIO 2021 CALC	PRECIO RAL 2021	PRECIO ACTUAL PAGO	TORRE I	TORRE II	VILLA TERRA	DIFERENCIA A MARSELLA VS RAL	DIFERENCIA MARSELLA VS VILLA TERRA	DIFERENCIA RAL VS VILLA TERRA
OFICIALES POR ADMINISTRACION	HR	\$ 8.867	\$ 10.836	\$ 0				-\$ 1.969	\$ 8.867	\$ 10.836
AYUDANTES POR ADMINISTRACION	HR	\$ 7.389	\$ 7.783	\$ 0				-\$ 394	\$ 7.389	\$ 7.783
M DE O EXCAVACION TALUD	M3	\$ 20.813	\$ 22.119	\$ 0	0	0		-\$ 1.306	\$ 20.813	\$ 22.119
M DE O EXCAVACION DE ZAPATA DE 0 A 2	M3	\$ 61.491	\$ 62.789	\$ 0	0	0		-\$ 1.298	\$ 61.491	\$ 62.789
M DE O EXCAVACION DE BRECHAS DE 40*40 HASTA 60	ML	\$ 14.655	\$ 13.176	\$ 12.128	12.615.00	0		\$ 1.479	\$ 14.655	\$ 13.176
M DE O EXCAVACION DE BRECHAS DE 40*40 HASTA 60	ML	\$ 14.655	\$ 15.158	\$ 12.128	12.128.00	12.128.00	12.128.00	-\$ 503	\$ 2.527	\$ 3.030
M DE O CHICADA DE AGUA PILA HORA AYUDANTE	HR	\$ 7.389	\$ 7.783					-\$ 394	\$ 7.389	\$ 7.783
M DE O EXCAVACION PILAS DE 0-2 M	M3	\$ 58.067	\$ 62.789	\$ 58.218	58.219.00	58.219.00	58.219.00	-\$ 4.722	-\$ 152	\$ 4.570
M DE O EXCAVACION PILAS DE 2-4 M	M3	\$ 67.570	\$ 73.108	\$ 67.741	67.741.00	67.741.00	67.741.00	-\$ 5.539	-\$ 171	\$ 5.367
M DE O EXCAVACION PILAS DE 4-6 M	M3	\$ 82.482	\$ 89.199	\$ 80.497	80.497.00	80.497.00	80.497.00	-\$ 6.717	\$ 1.985	\$ 8.702
M DE O EXCAVACION PILAS DE 6-8 M	M3	\$ 97.130	\$ 105.057	\$ 89.745	89.745.00	89.745.00	89.745.00	-\$ 7.926	\$ 7.385	\$ 15.312
M DE O EXCAVACION PILAS DE 8-10 M	M3	\$ 110.856	\$ 120.098	\$ 107.221	107.221.00	107.221.00	107.221.00	-\$ 9.242	\$ 3.635	\$ 12.877
M DE O EXCAVACION PILAS DE 10-12 M	M3	\$ 126.692	\$ 139.920	\$ 127.016	127.016.00	127.016.00	127.016.00	-\$ 13.228	-\$ 324	\$ 12.904
M DE O EXCAVACION PILAS DE 12-14 M	M3	\$ 145.168	\$ 156.944	\$ 145.530	132.300.00	145.530.00	145.530.00	-\$ 11.776	-\$ 362	\$ 11.414
M DE O EXCAVACION PILAS DE 14-16 M	M3	\$ 164.718	\$ 178.398	\$ 164.476	150.129.00	164.476.00	164.476.00	-\$ 13.680	\$ 242	\$ 13.922
M DE O EXCAVACION PILAS DE 16-18 M	M3	\$ 192.391	\$ 208.364	\$ 183.588	175.350.00	183.588.00	183.588.00	-\$ 15.973	\$ 8.803	\$ 24.776
M DE O EXCAVACION PILAS DE 18-20 M	M3	\$ 218.746	\$ 238.631	\$ 204.944				-\$ 18.185	\$ 218.746	\$ 238.631
M DE O EXCAVACION PILAS DE 20-22 M	M3	\$ 250.372	\$ 271.095					-\$ 20.723	\$ 250.372	\$ 271.095
M DE O EXCAVACION PILAS DE 22-24 M	M3	\$ 303.255	\$ 299.880					\$ 3.375	\$ 303.255	\$ 299.880
M DE O EXCAVACION CAMPANAS	M3	\$ 34.888	\$ 46.640	\$ 252.208	252.208.00	252.208.00	252.208.00	-\$ 11.752	-\$ 217.320	-\$ 205.568
M DE O VACIADO DE PILAS	M3	\$ 49.262	\$ 52.353	\$ 30.608	30.609.00	30.609.00	30.609.00	-\$ 3.092	\$ 18.653	\$ 21.744
M DE O VACIADO DE ANILLOS PARA PILAS DE 1. 20	ML	\$ 44.212	\$ 48.317	\$ 43.834	43.834.00	43.834.00	43.834.00	-\$ 4.105	\$ 378	\$ 4.483
M DE O VACIADO DE CAMPANAS	M3	\$ 49.262	\$ 51.679	\$ 40.747	40.747.00	40.747.00	40.747.00	-\$ 2.417	\$ 8.515	\$ 10.932
M DE O VACIADO DE CABEZOTES	M3	\$ 0	\$ 47.616	\$ 91.762	91.762.00	91.762.00	91.762.00	-\$ 47.616	-\$ 91.762	\$ 44.146
M DE O VACIADO DE VIGA DE FUNDACION 40*40	ML	\$ 27.956	\$ 31.791		28.942.00	0.00	28.942.00	-\$ 3.835	\$ 986	\$ 2.849
M DE O DEMOLICION DE ANILLOS POR HORA AYUDANTE	HR	\$ 7.389	\$ 7.783	\$ 25.410	25.410.00	25.410.00	25.410.00	-\$ 394	-\$ 18.021	-\$ 17.627
M DE O ARMADO Y VACIADO VIGA CABEZAL	ML	\$ 28.808	\$ 42.489					-\$ 13.681	\$ 28.808	\$ 42.489
M DE O EXCAVACION FILTROS CANUELA Y DESAGUE	ML	\$ 14.655	\$ 14.575					\$ 80	\$ 14.655	\$ 14.575
M DE O VACIADO DE CANUELA PARA FILTRO	MI	\$ 14.655	\$ 16.557					-\$ 1.902	\$ 14.655	\$ 16.557

Una vez son introducidas en el Software PACO las cantidades de obra, además de los respectivos precios unitarios, se obtiene así el presupuesto del proyecto, destacando que este presupuesto va aumentando a medida que se vayan realizando las actividades.

*Figura 15: Presupuesto de la etapa IV de Villa Terra*

DETALLE DE CONTRATO DE MANO DE OBRA										
Todos	IMPUTACION	NUMERO REGISTRO	CODIGO INSUMO	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD CONTRATADA	CANTIDAD EJECUTADA	CANTIDAD DISPONIBLE	PRECIO	VALOR
<input type="checkbox"/>	8105-01-01-0000551	013362	0041637	M DE O EXCAVACION FILAS DE 00-02 M A MANO	M3	42.00	36.11	5.89	58,218.00	2,445,156.00
<input type="checkbox"/>	8105-01-01-0000552	013363	0041638	M DE O EXCAVACION FILAS DE 02-04 M A MANO	M3	42.00	30.17	11.83	67,741.00	2,845,122.00
<input type="checkbox"/>	8105-01-01-0000553	013364	0040659	M DE O EXCAVACION FILAS DE 04-06 M A MANO	M3	42.00	16.44	25.56	80,497.00	3,380,874.00
<input type="checkbox"/>	8105-01-01-0000554	013365	0002026	M DE O EXCAVACION FILAS DE 06-08 M A MANO	M3	24.00	2.18	21.82	89,745.00	2,153,880.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0000694	013370	0006137	M DE O TRANSPORTE CONCRETO ANILLOS	M3	43.00	26.12	16.88	9,534.00	409,962.00
<input type="checkbox"/>	8105-01-01-0000550	013371	0034133	M DE O EXCAVACION CAMPANAS	M3	7.00	2.37	4.63	252,206.00	1,765,456.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0002199	013400	0003459	M DE O VACIADO CAMPANA DE FILAS	M3	14.00	4.72	9.28	40,747.00	570,458.00
<input type="checkbox"/>	8105-01-01-0000929	013401	0000669	M DE O TRANSPORTE DE TIERRA FILAS	M3	146.00	87.20	58.72	7,506.00	1,096,160.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0001803	013405	0006126	M DE O PREPARACION CONCRETO ANILLOS	M3	43.00	26.12	16.88	12,320.00	529,760.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0000515	013410	0000515	M DE O ARMADO Y VACIADO ANILLO PILA	NL	137.00	83.15	53.85	43,834.00	6,005,258.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0000702	013413	0000702	M DE O VACIADO DE FILAS	M3	100.00	13.48	86.52	30,608.00	3,060,800.00
<input type="checkbox"/>	8105-04-01-0010235	013419	0051033	M DE O TRANSPORTE ACERO	KG	60,000.00	.00	60,000.00	64.00	3,840,000.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0012011	013423	0003219	AYUDANTE INVENTARIO ACERO	HR	50.00	12.00	38.00	6,450.00	322,500.00
<input type="checkbox"/>	8058-17-01-0000050	013427	0021361	LIPIEZA DE PILA DE 0.2 M	M3	19.00	.00	19.00	25,000.00	475,000.00
<input type="checkbox"/>	8105-04-01-0000563	013441	0027226	CORTE Y FIGURACION DE ACERO	KG	5,000.00	.00	5,000.00	463.00	2,315,000.00
<input type="checkbox"/>	8744-30-01-0001731	013442	0064219	HORAS EXTRAS POR VACIADO-AYUDANTE	HR	30.00	15.00	15.00	6,450.00	193,500.00
<input type="checkbox"/>	8744-04-01-0000523	013445	0037961	M DE O COLOCACION ACERO	KG	60,000.00	1,119.20	58,880.80	493.00	29,580,000.00
<input type="checkbox"/>	8105-03-01-0000963	013447	0064164	TRANSPORTE EQUIPO-AYUDANTE	HR	50.00	5.00	45.00	6,450.00	322,500.00
<input type="checkbox"/>	8744-17-01-0000100	013449	0064162	LIPIEZA FUNDACION POR LODO-AYUDANTE	HR	30.00	20.00	10.00	6,450.00	193,500.00
<input type="checkbox"/>	8105-02-01-0012011	013461	0065243	REPARACION ANILLO	HR	100.00	24.00	66.00	6,450.00	645,000.00
<b>TOTAL:</b>										<b>62,149,894.00</b>

La empresa SOLUCIONES CIVILES S.A.S., no maneja un presupuesto previo, pues por su experiencia en la construcción de este tipo de proyectos, ya tiene un costo aproximado de los mismos, en vez de esto maneja un presupuesto real, el cual se realiza a medida que se va ejecutando el proyecto.

### ***Rendimientos y consumos de la mano de obra***

Se define ***rendimiento de mano de obra***, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre) (Botero, 2002).

***Consumo de mano de obra.*** Es la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra (Botero, 2002).

La eficiencia en la productividad de la mano de obra puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible, teniendo en cuenta estos últimos, tenemos los rendimientos y consumos reales de mano de obra en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad.

*Tabla 15: Eficiencia de la mano de obra (Fuente: John S. Page)*

<b>EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD</b>	<b>RANGO</b>
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% -100%

Un rendimiento normal es más o menos del 70% y este puede ser afectado por diferentes factores, mismos que lo pueden hacer de manera positiva o negativa, obteniendo con ello rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente. Es importante destacar que todas las actividades a realizar tienen unos rendimientos diferentes, pues su nivel de complejidad puede variar, así como la cantidad de personal que se encarga de ejecutar dicha actividad.

El rendimiento de obra puede ser obtenido por estudios previos o a la medición de la ejecución de la misma actividad en otra obra. En este proyecto se clasifican los siguientes tipos de actividades, misma que tendrán su respectivo rendimiento de acuerdo con la medición de las mismas actividades con las mismas cuadrillas en otros proyectos realizados por la empresa contratista.

*Tabla 16: Rendimientos de obra de acuerdo con indicaciones de la empresa contratista*

Tipo de actividad	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento (Unidad/Día)
Excavación por mL de pila	mL	(0:1:1)	2
Excavación por mL de pila hay agua	mL	(0:1:1)	0,5
Excavación vigas cimientos	m3	(0:1:1)	5
Armado de acero pilas	Pila	(0:1:1)	4
Armado de acero vigas(Incluye encofrado)	Kg	(0:1:1)	500
Armado de acero columnas (Incluye encofrado)	Columna	(0:1:1)	4
Armado de acero en losas	TOTAL	(0:1:1)	4
Vaciado de concreto pila	m3	(0:1:1)	90
Vaciado de concreto vigas	m3	(0:1:1)	3,5
Vaciado de concreto columnas	COLUMNA	(0:1:1)	8
Vaciado de concreto losas	TOTAL	(0:1:1)	2
Lleno para losa contrapiso	TOTAL	(0:1:1)	1
Subase losa contrapiso	TOTAL	(0:1:1)	1

Aunque todas las actividades fueron proyectadas con la misma cuadrilla, será necesario contar con varias cuadrillas del mismo tipo, de igual manera el maestro siempre estará como apoyo en la realización de todas las actividades, pues este será el supervisor de todas las cuadrillas presentes.

### *Cronograma de Obra*

Con base a los rendimientos dados, se procede a calcular el tiempo para la ejecución de cada una de las actividades del proyecto. Para realizar este cálculo en un principio únicamente se va a tener en cuenta un tipo de cada una de las cuadrillas proyectadas, y según la duración final obtenida, se realizará un nuevo planteamiento del recurso humano necesario para el desarrollo del proyecto.

*Tabla 17: Duración de las actividades*

<b>EMPRESA</b>	<b>SOLUCIONES CIVILES S.A.S.</b>
<b>PROYECTO</b>	<b>VILLA TERRA</b>
<b>REALIZADO POR</b>	<b>DAYANA ORTIZ CAMPO</b>



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	RENDIMIENTO	TOTAL	
				CANT	DURACIÓN
<b>1</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				
1.1	Pila 6m	mL	2,00	60,00	<b>30,00</b>
1.2	Pila 8m	mL	2,00	80,00	<b>40,00</b>
1.3	Vigas de fundación (0,4x0,4)	m3	5,00	40,14	<b>8,03</b>
<b>2</b>	<b>ARMADO DE ACERO</b>				
2.1	Pilas	PILA	4,00	20,00	<b>5,00</b>
2.2	Vigasfun	kg	800,00	4868,00	<b>6,09</b>
2.3	Muros de los tanques	kg	150,00	2640,00	<b>17,60</b>
2.4	Columnas piso	COLUMNA	4,00	70,00	<b>17,50</b>
2.5	Vigaspiso1	kg	800,00	5733,00	<b>7,17</b>
2.6	Vigaspiso2	kg	800,00	5733,00	<b>7,17</b>
2.7	Vigaspiso3	kg	800,00	5099,00	<b>6,37</b>
2.8	Vigas aéreas	kg	800,00	1562,00	<b>1,95</b>
<b>3</b>	<b>FORMALETEADO</b>				
3.1	Vigas de fundación tanques	TOTAL	1,00	1	<b>1,00</b>
3.2	Losa de contrapiso	TOTAL	1,00	1	<b>1,00</b>
3.3	Muros de los tanques	TOTAL	0,25	1	<b>4,00</b>
3.4	Losas de entrepiso	TOTAL	1,00	3	<b>3,00</b>
3.5	Columnas por piso (20 unds).	TOTAL	1,00	3,5	<b>3,50</b>

3.6	Vigas por piso	TOTAL	1,00	3	3,00
3.7	Vigas aéreas	TOTAL	1,00	1	1,00
4	CONCRETO				
4.1	PILA 6m	PILA	12,00	10,00	0,83
4.2	PILA 8m	PILA	8,00	10,00	1,25
4.3	Subbase losa contrapiso	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.4	Lleno para losa contrapiso	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.5	Cabezote	m3	5,00	5,09	1,02
4.6	Losa contrapiso	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.7	Vigas piso 1	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.8	Vigas piso 2	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.9	Vigas piso 3	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.10	Vigas tanque	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.11	Losa piso 1	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.12	Losa piso 2	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.13	Losa piso 3	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.14	Losa tanques aéreos	TOTAL	1,00	1,00	1,00
4.15	Columnas tanques	TOTAL	0,40	0,50	1,25
4.16	Columnas piso 1	TOTAL	0,40	1,00	2,50
4.17	Columnas piso 2	TOTAL	0,40	1,00	2,50
4.18	Columnas piso 3	TOTAL	0,40	1,00	2,50
				<b>TOTAL</b>	186,22

Se obtiene que la duración inicial proyectada del proyecto será de **187** días, es importante destacar que aquí no se tiene en cuenta que para disminuir ese tiempo hay actividades que se pueden realizar en simultaneo, de igual manera la contratación de más cuadrillas, reducirá considerablemente este tiempo.

Para disminuir el tiempo de duración del proyecto, se hace necesario contar con más personal de cada tipo, por ello se propone contar con 3 cuadrillas de cada tipo:

Los pileros, serán los encargados de realizar todo lo relacionado con cimentación, habiendo 3 cuadrillas llamadas C1.1, C1.2 y C1.3 y en llegado caso que sea necesario contar con más cuadrillas, se reflejarán nuevas del mismo tipo en el archivo de Project;

Los de armado de acero, se encargarán de todo lo relacionado con el armado de aceros, desde las pilas, hasta las vigas, columnas y losas, habiendo 3 cuadrillas llamadas C2.1, C2.2 y C2.3;

Y por último están los de vaciado de concreto, estos se encargarán del formateado y vaciado de los respectivos elementos de la estructura, habiendo 3 cuadrillas llamadas C3.1, C3.2 y C3.3.

*Tabla 18: Duración de las actividades.*

<b>DURACIONES Y CUADRILLAS</b>			
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DURACIÓN (día)</b>	<b>CUADRILLA</b>
<b>1</b>	<b>EXCAVACIONES</b>		
1.1	Pilas 6m	10,00	C1.1, C1.2 y C1.3
1.2	Pilas 8m	13,33	C1.1, C1.2 y C1.3
1.3	Vigas de fundación (0,4x0,4)	4,01	C1.1, C1.2 y C1.3
<b>2</b>	<b>ARMADO DE ACERO</b>		
2.1	Pilas 6m	1,00	C2.1, C2.2 y C2.3
2.2	Pilas 8m	1,00	C2.1, C2.2 y C2.3
2.3	Vigasfun tanques	3,03	C2.1, C2.2 y C2.3
2.4	Columnas tanques	4,38	C2.1, C2.2 y C2.3
2.5	Muros de los tanques	5,87	C2.1, C2.2 y C2.3
2.6	Vigasfun	3,06	C2.1, C2.2 y C2.3
2.7	Columnas piso 1	5,83	C2.1, C2.2 y C2.3
2.8	Vigas piso 1	2,39	C2.1, C2.2 y C2.3
2.9	Columnas piso 2	5,83	C2.1, C2.2 y C2.3
2.10	Vigas piso 2	2,39	C2.1, C2.2 y C2.3
2.11	Columnas piso 3	5,83	C2.1, C2.2 y C2.3
2.12	Vigas aéreas	0,65	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>3</b>	<b>FORMALETEADO</b>		
3.1	Vigas de fundación tanques	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.2	Losa de contrapiso	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.3	Muros de los tanques	4,00	C3.1, C3.2 y C3.3

3.4	Columnas tanques (10unds)	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.5	Columnas piso 1 (20unds)	2,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.6	Losa piso 1	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.7	Columnas piso 2 (20unds)	2,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.8	Losa piso 2	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.9	Columnas piso 3 (20unds)	2,00	C3.1, C3.2 y C3.3
3.10	Losa aérea	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4	CONCRETO		
4.1	PILA 6m	0,83	C3.1, C3.2 y C3.3
4.2	PILA 8m	1,25	C3.1, C3.2 y C3.3
4.3	Subbase losa contrapiso	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.4	Lleno para losa contrapiso	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.5	Cabezote	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.6	Vigas de fundación tanques	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.7	Columnas tanques	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.8	Muros de los tanques	2,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.9	Losa y vigas cimentación	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.10	Columnas piso 1	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.11	Losa y vigas piso 1	1,50	C3.1, C3.2 y C3.3
4.12	Columnas piso 2	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.13	Losa y vigas piso 2	1,50	C3.1, C3.2 y C3.3
4.14	Columnas piso 3	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
4.15	Losa y vigas aéreas	1,00	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>TOTAL</b>		<b>101,69</b>	<b>días</b>

Con base a la obtención de un tiempo un poco más acorde, con base al total de actividades de obra, además de su respectiva duración, en Microsoft Project se procede a realizar el cronograma de obra, para ello se tiene en cuenta el paso a paso que se deberá seguir durante la ejecución del proyecto, además de los respectivos recursos necesarios para ejecutar correctamente la misma, obteniendo con esto también la ruta crítica del proyecto, misma que nos sirve para determinar la duración del proyecto.

Tabla 19: Programación de la etapa IV

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
<b>Etapa IV</b>	<b>86,34 días</b>	<b>lun 26/04/21</b>	<b>mar 24/08/21</b>		
<b>EXCAVACIONES</b>	<b>17,34 días</b>	<b>lun 26/04/21</b>	<b>mié 19/05/21</b>		
<b>Pilas 6m</b>	10 días	lun 26/04/21	vie 07/05/21		C1.1, C1.2 y C1.3
<b>Pilas 8m</b>	13,33 días	lun 26/04/21	jue 13/05/21		C1.4, C1.5 y C1.6
<b>Vigas de fundación</b>	4,01 días	jue 13/05/21	mié 19/05/21	3;4	C1.1, C1.2 y C1.3
<b>ARMADO DE ACERO</b>	<b>74,34 días</b>	<b>lun 10/05/21</b>	<b>vie 20/08/21</b>		
<b>Pilas 6m</b>	1 día	lun 10/05/21	lun 10/05/21	3	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Pilas 8m</b>	1 día	jue 13/05/21	vie 14/05/21	4	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Vigasfun tanques</b>	3,03 días	mié 19/05/21	lun 24/05/21	35;5	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Columnas tanques</b>	4,38 días	vie 28/05/21	jue 03/06/21	37	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Muros de los tanques</b>	5,87 días	lun 07/06/21	mar 15/06/21	38	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Vigas y losa de piso 0 tapa tanque</b>	3,06 días	mié 23/06/21	lun 28/06/21	39	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Columnas piso 1</b>	5,83 días	mié 30/06/21	jue 08/07/21	40	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Vigas piso 1</b>	2,39 días	mar 13/07/21	jue 15/07/21	41	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Columnas piso 2</b>	5,83 días	mar 20/07/21	mar 27/07/21	42	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Vigas piso 2</b>	2,39 días	vie 30/07/21	mié 04/08/21	43	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Columnas piso 3</b>	5,83 días	vie 06/08/21	lun 16/08/21	44	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>Vigas aéreas</b>	0,65 días	jue 19/08/21	vie 20/08/21	45	C2.1, C2.2 y C2.3
<b>FORMALETEADO</b>	<b>64,73 días</b>	<b>lun 24/05/21</b>	<b>lun 23/08/21</b>		
<b>Vigas de fundación tanques</b>	1 día	lun 24/05/21	mar 25/05/21	9	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa de contrapiso</b>	0,5 días	mar 25/05/21	mié 26/05/21	20	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Muros de los tanques</b>	4 días	mar 15/06/21	lun 21/06/21	11	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas tanques (10unds)</b>	1 día	jue 03/06/21	vie 04/06/21	10	C3.1, C3.2 y C3.3

<b>Losa de tanques y piso 0</b>	1 día	lun 28/06/21	mar 29/06/21	12	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas piso 1 (20unds)</b>	2 días	jue 08/07/21	lun 12/07/21	13	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa piso 1</b>	1 día	jue 15/07/21	vie 16/07/21	14	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas piso 2 (20unds)</b>	2 días	mar 27/07/21	jue 29/07/21	15	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa piso 2</b>	1 día	mié 04/08/21	jue 05/08/21	16	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas piso 3 (20unds)</b>	2 días	lun 16/08/21	mié 18/08/21	17	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa aérea</b>	1 día	vie 20/08/21	lun 23/08/21	18	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>CONCRETO</b>	<b>75,34 días</b>	<b>mar 11/05/21</b>	<b>mar 24/08/21</b>		
<b>PILA 6m</b>	0,83 días	mar 11/05/21	mar 11/05/21	7	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>PILA 8m</b>	1,25 días	vie 14/05/21	lun 17/05/21	8	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Subbase losa contrapiso</b>	1 día	lun 17/05/21	mar 18/05/21	32;33	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Lleno para losa contrapiso</b>	1 día	mar 18/05/21	mié 19/05/21	34	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Cabezote</b>	1 día	mié 26/05/21	jue 27/05/21	21	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Vigas de fundación tanques</b>	1 día	jue 27/05/21	vie 28/05/21	36	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas tanques</b>	1 día	vie 04/06/21	lun 07/06/21	23	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Muros de los tanques</b>	2 días	lun 21/06/21	mié 23/06/21	22	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa y vigas tapa tanque</b>	1 día	mar 29/06/21	mié 30/06/21	24	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas piso 1</b>	1 día	lun 12/07/21	mar 13/07/21	25	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa y vigas piso 1</b>	1,5 días	vie 16/07/21	mar 20/07/21	26	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas piso 2</b>	1 día	jue 29/07/21	vie 30/07/21	27	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa y vigas piso 2</b>	1,5 días	jue 05/08/21	vie 06/08/21	28	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Columnas piso 3</b>	1 día	mié 18/08/21	jue 19/08/21	29	C3.1, C3.2 y C3.3
<b>Losa y vigas aéreas</b>	1 día	lun 23/08/21	mar 24/08/21	30	C3.1, C3.2 y C3.3

Una vez realizada la programación de las actividades teniendo en cuenta las precedencias, se obtiene una duración óptima del proyecto de **87 días**. Es importante destacar que dicha duración

se dará siempre y cuando no se presente ningún tipo de retraso. Para visualizar este cronograma, se puede dirigir al **anexo 4. Cronograma Etapa IV**.

### ***Comparación de la programación realizada con la programación del proyecto***

Al comparar esta duración con la que se tenía pensado en la programación general del proyecto en un principio, en la que la etapa IV del parqueadero comenzaba la última semana de abril y terminaba la última semana de julio, con una duración de 14 semanas en total que al pasarlo a días se obtendría una duración de **84 días laborables**, se observa así una relación entre ambos, destacando que dicha variación surge debido a la forma de trabajar de quienes realizan las programaciones e incluso debido a rendimientos y demás factores. Aunque al no ser tan distinta la programación, se decide verificar el comportamiento del cronograma según la programación que yo hice.

### **Variaciones del cronograma de obra**

Cabe destacar que la duración del proyecto puede variar por muchos factores que alteran el rendimiento de cada actividad, entre ellos tenemos los siguientes:

☒ Uno de los principales factores que incurrieron al retraso de la obra, fue durante la etapa de excavaciones, pues al encontrar el *nivel freático* muy pronto, además de la ***presencia de rocas***, obligaba al uso de bombas para evacuar el agua además de equipos especiales para romper las rocas.

- ⌘ ***El clima*** es un factor importante, pues en aquellos días de lluvia las labores eran suspendidas, lo que conlleva a retrasos.
- ⌘ La ***distancia*** desde el punto de trabajo hasta el lugar de almacenamiento del material.
- ⌘ ***Cambios en los diseños***, la variación de una actividad que se iba a ejecutar de un modo y luego se determina que es de otro modo, juega en contra del correcto desarrollo del proyecto.

*Figura 16: Pilas dañadas por el invierno*



Es importante destacar que, para aumentar el rendimiento en la obra, la contratación de personal adicional es algo que ayuda a mitigar en cierta medida los retrasos en el cronograma, además de ello la contratación de mano de obra especializado y de material ya listo para trabajar son factores claves para lo mismo.

La fecha final de mis practicas fue el 11 de junio del 2021, la ultima actividad realizada en ese día fue el vaciado de las columnas del piso 1, si comparamos esa fecha con la fecha que nos indicaba la programación, vemos que en un inicio se había planteado que esta actividad se realizaría en la última semana de junio, debido a esto se puede decir que el proyecto a pesar de los retrasos ocurridos durante el mes de marzo debido a las constantes lluvias se pudo haber solucionado, esto con ayuda de la contratación de más personal y así poder tener un porcentaje de cumplimiento del 60% de todo la etapa.

Aunque se cuente hasta el momento con un buen panorama respecto a los tiempos de ejecución de las actividades, es importante destacar que hay que seguir teniendo especial cuidado con el presupuesto en el desarrollo del proyecto, pues normalmente cuando era necesaria la contratación de más personal, ello incurría a unos costos un poco mayores.

### **Comprobar el comportamiento de las normas de seguridad dentro de la obra.**

La industria de la construcción está bastante expuesta a muchos riesgos, destacando incluso que todos sus trabajadores deberán estar asegurados contra riesgo nivel 5 según las ARL, siendo este el riesgo más alto. Por ello las empresas constructoras deberán asegurar el cumplimiento de todas las normas de seguridad que nos indiquen las normativas colombianas; es importante destacar que no solo basta que la empresa cumpla las normas de seguridad, también es necesario que todos los trabajadores estén al tanto de las mismas y por lo tanto acaten cada una de las normativas.

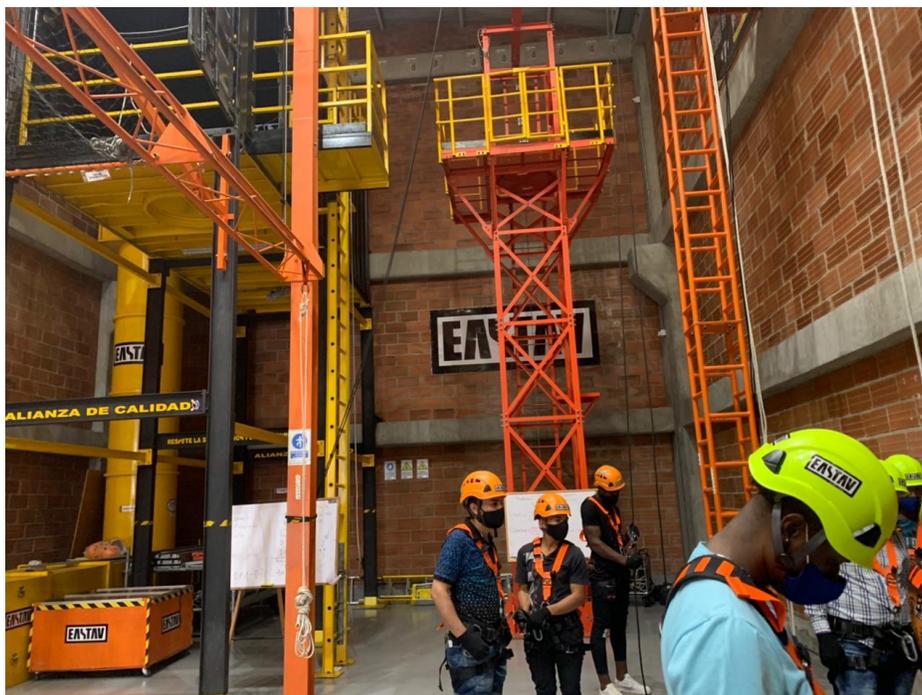
### **Trabajo en alturas**

RESOLUCIÓN 1409 DE 2012: Se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas. La anterior resolución tiene por objeto establecer el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas y aplica a todos los empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los sectores formales e informales de la economía, que desarrollen trabajo en alturas con peligro de caídas. Destacando que se entenderá su obligatoriedad en todo trabajo en el que exista el riesgo de caer a 1,50 m o más sobre un nivel inferior. (MINISTERIO DE TRABAJO).

Para cumplir lo anterior, la empresa a medida que contrata personal, asegura que ellos cumplan con lo mínimo que se necesita para realizar trabajos en alturas, aquí es importante mencionar el curso de Trabajo seguro en alturas - Nivel avanzado.

Una muestra de ello fue que al inicio de mis prácticas, me realizaron la capacitación del curso en altura nivel avanzado, destacando que este curso conto tanto con una parte teórica en la que se habló de la normatividad, ventajas del curso, deberes del empleador y empleado, que es altura, los implementos entre otros aspectos; para después seguir con la parte práctica, donde me indican los diferentes arneses, así como la correcta manera de usar cada uno de ellos, para después realizar un escalamiento de la estructura.

*Figura 17: Capacitación Curso Avanzado en trabajo seguro en alturas*



Practicamos el escalamiento adecuado de un poste, escalamiento por medio de cuerdas, el descenso por cuerda y estructura, de igual manera me enseñaron a como realizar un rescate desde una altura, también se tocó el tema de la armadura completa y adecuada de un andamio, sobre cómo realizar el desplazamiento tanto vertical como horizontalmente, además de la manera en que se deben realizar los nudos (ocho sencillos, doble ocho, doble ocho con doble oreja, nueve, entre otros).

*Figura 18: Capacitación Curso Avanzado en trabajo seguro en alturas*



Para culminar con el curso, se realiza una prueba teórica y una prueba práctica, para después otorgar el certificado del curso de Trabajo seguro en alturas - Nivel avanzado.

### **Seguridad en la obra**

El Decreto 1072 del 2015 ofrece las pautas que se deben seguir para elaborar un plan de respuesta a ante emergencias. Para el cumplimiento de esta normativa, la empresa garantiza la entrega de los elementos de protección personal, además de la respectiva y correcta señalización dentro de la obra.

Todos los trabajadores deberán usar obligatoriamente los equipos de protección personal (EPP) o los equipos de protección individual (EPI), según sea necesario para el correcto desarrollo de sus labores, destacando que principalmente debe haber uso de casco, guantes, calzado de seguridad, cinturón, mascarillas; estos elementos deben asegurar una protección al trabajador, por lo que se debe verificar la calidad además del cumplimiento de los requisitos legales de fabricación.

*Figura 19: Uso de elementos de seguridad.*



Además de los elementos de seguridad, también deberá existir una debida señalización de las zonas de trabajo. Esta señalización puede ser de varios tipos, los más importantes Informativas, de precaución y de obligación.

*Figura 20: Señalización dentro de la obra*



Además de señalar, en los lugares cercanos a donde se realicen trabajos de riesgo para los transeúntes, deberá existir una demarcación de advertencia, que generalmente se realiza con una cinta de precaución amarilla.

*Figura 21: Cintas de precaución.*



### **Medidas de Bioseguridad**

La enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19) es una enfermedad respiratoria causada por el virus SARS-CoV-2, que se ha propagado desde China hacia muchos otros países alrededor del mundo. Con el fin de reducir el impacto de las condiciones del brote de COVID-19, será necesario aplicar medidas adicionales de prevención en los lugares de trabajo con la finalidad de mitigar el contagio del virus y en corresponsabilidad con los trabajadores de Soluciones Civiles, contratistas y sus trabajadores, proveedores, transportadores en general todas las personas relacionadas con los proyectos, quienes deben las medidas sanitarias establecidas para la preservación de su salud y la de su familia. (SOLUCIONES CIVILES).

Para cumplir con lo anterior, la empresa ha dispuesto de un **PLAN DE BIOSEGURIDAD Y PREVENCIÓN DEL COVID- 19**. En el que destaca como su principal objetivo **“Prevenir el contagio y la propagación del CORONAVIRUS (COVID-19) a través de la implementación del protocolo de bioseguridad en los diferentes proyectos (obras) y sede administrativa de la empresa Soluciones Civiles S.A.”**.

En el plan de bioseguridad se han asignado unas principales responsabilidades, las cuales son:

#### ***Responsabilidades de la Gerencia***

Comprometerse con la disposición de recursos técnicos, humanos y financieros necesarios para la aplicación de las medidas de promoción y prevención frente al COVID-19. Además, deberá entregar los EPP, garantizar su disponibilidad y su respectivo recambio.

***Responsabilidades de almacenistas y comité de compras***

El área de almacenes deberá garantizar la logística para la adquisición de los recursos solicitados para la prevención del COVID-19.

***Responsabilidades del director de obra***

Informar permanentemente a todos los trabajadores las medidas preventivas recomendadas para evitar contagios, entregar los EPP, garantizar su disponibilidad y recambio.

Participar en la implementación de las medidas de prevención aplicables al proyecto, designar personal encargado y supervisor que monitoree el cumplimiento del protocolo.

Reportar al área de Gestión humana el trabajador que no cumple con las medidas preventivas descritas en el presente protocolo y firmadas mediante el acuerdo u otro si anexo al contrato de trabajo para adelantar el proceso disciplinario (escala de sanciones) que tengan lugar en el reglamento interno de trabajo.

Reportar cualquier evento de contagio que se presente dentro del desarrollo de las actividades del proyecto al área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

***Responsabilidades del personal de Seguridad y Salud en el Trabajo***

Serán los responsables de actualizar el SG-SST identificando e implementando las acciones correspondientes para la prevención del riesgo biológico por COVID-19 en el ambiente de trabajo.

Por ello deberán:

Actualizar los protocolos de bioseguridad de acuerdo a la normatividad legal vigente y velar por el cumplimiento del mismo.

Garantizar que los suministros sean solicitados oportunamente al área encargada para minimizar la exposición de contagio del virus.

Los responsables del sistema de seguridad y salud en el trabajo con la asesoría y asistencia técnica de la ARL definirán los EPP que permitan la protección del COVID19 y se ajusten a la labor que se realiza, partiendo de las valoraciones cuantitativas como mediciones de higiene industrial u ocupacional.

Inspeccionar constantemente todas las áreas donde se ejecutó labor, verificando que cumplan con la higiene y limpieza, de acuerdo con los lineamientos de prevención descritos en este documento. Tener un plan de contención y un plan de mitigación/crisis (Manejo de situaciones de riesgo).

Comunicar las medidas de prevención de riesgos a los empleados, contratistas y personal de servicios tercerizados y generar un flujo de información de ambas vías con empleados.

Asegurar que se cumplan todas las medidas de higiene y de distanciamiento que sean necesarias al inicio, durante y al término de la jornada.

### ***Responsabilidades del personal en general***

Todas las personas que tengan acceso a la obra, deberán presentarse a laborar sin ningún síntoma respiratorio relacionado al COVID-19 o con fiebre o temperatura mayor o igual a 38°C. Además de ello deberán garantizar el uso de los Elementos de Protección Personal propios; los tapabocas deben estar nuevos o de acuerdo con sus usos si este es reutilizable y los demás elementos lavados y desinfectados. Además de cumplir con el cronograma de capacitación descritos en cada PAPSO.

Con el fin de cumplir con el protocolo de seguridad, la empresa además de la toma de temperatura al inicio de sus labores, también ha dispuesto de diferentes espacios de desinfección y zonas comunes seguras, resaltando siempre la señalización de las medidas de precaución contra el COVID-19.

*Figura 22: Toma de temperatura en la entrada y salida de la obra*



*Figura 23: Zona de desinfección.*



*Figura 24: Zona de alimentación.*



*Figura 25: Señalización de distanciamiento social.*



*Figura 26: Medidas de precaución.*



### **Plan de capacitación a los trabajadores**

La Capacitación en seguridad y salud en el trabajo, es una actividad sistemática, planificada y permanente, cuyo propósito es promover mecanismos de prevención, es un proceso participativo que involucra a toda la comunidad trabajadora. (Salinas, 2018).

La empresa SOLUCIONES CIVILES S.A., contaba además con un programa de capacitación el cual estaba orientado a contribuir a la gestión estratégica de la prevención del riesgo, además servía como herramienta de orientación y acompañamiento, dirigido a sus trabajadores, por ello era necesario además de cumplir con las condiciones de Bioseguridad para combatir la propagación del covid-19, recurrir también a capacitaciones a sus trabajadores, las cuales estaban a cargo del

personal de Seguridad y Salud en el Trabajo y se realizaban todos los miércoles, además de cada vez que ingresaba nuevo personal.

*Figura 27: Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo*



A partir de lo visto durante mi etapa de práctica, pude apreciar que la empresa Soluciones Civiles S.A. realmente estaba interesada en la seguridad de sus trabajadores, destacando que garantizaba el cumplimiento tanto del trabajo seguro en alturas, como también la señalización de la obra, además del correcto cumplimiento de las medidas de seguridad contra el COVID-19.

**Calcular cantidades de materiales a utilizar en la obra proyectada de acuerdo con el cronograma, disminuyendo las cantidades de desperdicio de los materiales.**

### **Cantidades de materiales a utilizar de acuerdo con el cronograma**

Para el cálculo de cantidades de materiales a pedir de acuerdo con el cronograma de obra, el proyecto fue clasificado en subetapas, y a medida que este avanzaba, se iban realizando los pedidos necesarios.

*Tabla 20: Subetapas del proyecto*

<b>Subetapas del Proyecto</b>
Pilas
Vigas fundación
Vigas fundación tanque
Columnas
Vigas piso 1
Vigas piso 2
Vigas piso 3
Vigas aéreas

### ***Pedidos de acero***

Destacando que desde el principio fue solicitado todo el acero necesario, estos pedidos se realizaron a la empresa GERDAU DIACO, una empresa brasileña, líder en la producción de aceros largos en Latinoamérica y Norteamérica y una de las mayores proveedoras de aceros largos especiales.

Debido a lo anterior, se debía tener un principal cuidado a la hora de realizar el cálculo de cantidades, pues un error podría llegar a ser causa de retrasos en la obra, además de materiales faltantes o innecesarios que a su vez traerían consigo gastos adicionales. Para evitar esto, la empresa ofrece a los responsables del cálculo de cantidades una capacitación, donde indican lo relacionado sobre el programa Lista de hierro, sus características, la forma en que se maneja, algunas particularidades del programa, y como realizar los pedidos a la oficina de venta de la empresa.

*Figura 28: Ficha técnica acero figurado (Fuente: GERDAU)*



Con las cantidades de acero por etapas, se realizó el pedido completo de los materiales, teniendo en cuenta que las fechas de entrega eran de acuerdo con el cronograma ya establecido. Cabe destacar que, en caso de modificaciones en la programación de entrega del pedido, se debía notificar la novedad el día anterior a la fecha pactada con el área de programación, además no sería posible hacer modificaciones a las cartillas después de haber sido programado el pedido.

Figura 29: Pedido de materiales

Fecha de entrega	Pedido	Obra	Nombre del pedido	Kg
3/05/2021	10477818	VILLA TERRA	LH COLUMNAS-ETAPA4	15336
5/05/2021	10479571	VILLA TERRA	LH VIGAS FUN-ETAPA4	2420
5/05/2021	10478059	VILLA TERRA	LH VIGAS FUN TAN-ETAPA4	2447
5/05/2021	10474238	VILLA TERRA	LH VIGAS AEREAS TAN-ETAPA4	1612
6/05/2021	10548407	VILLA TERRA	LH TORRE II-A (LOSA 1)	2358
6/05/2021	10548271	VILLA TERRA	LH TORRE II-A (LOSA 3)	2358
6/05/2021	10535448	VILLA TERRA	LH TORRE II-A (LOSA 2)	2358
6/05/2021	10544483	VILLA TERRA	CE Acero estándar pilotes y caja VPR [Abril 15]	6274
7/05/2021	10452483	VILLA TERRA	LH PISO 7 (P2/2) [Marzo 17]	7644
10/05/2021	10517199	VILLA TERRA	LH PISO 8	23962
12/05/2021	10454400	VILLA TERRA	LH PISO 7 (P1/2) [Marzo 17]	12341
12/05/2021	10519285	VILLA TERRA	LH PISO 9	19602
14/05/2021	10516162	VILLA TERRA	LH PISO 10	19142
21/05/2021	10567898	VILLA TERRA	LH VIGAS PISO 3-ETAPA4	5118
21/05/2021	10565199	VILLA TERRA	LH VIGAS PISO2-ETAPA4 - 1	5753
<b>Total general</b>				<b>128725</b>

Es importante destacar que en este material el desperdicio de material era prácticamente igual a cero, pues la empresa GERDAU entregaba los aceros ya figurados, además de ello también se veía un aumento considerable en el rendimiento del armado de aceros.

*Figura 30: Acero figurado*



### ***Pedidos de concreto***

Para el cálculo del concreto a pedir, es importante destacar que, en la ejecución de la obra, hay presencia de dos tipos de concreto, el concreto premezclado y el concreto mezclado en obra.

El pedido de concreto premezclado era realizado a la empresa Argos, este se hacía con 2 días de anticipación, teniendo en cuenta la cantidad calculada a vaciar.

Para el pedido de los materiales a utilizar para el concreto mezclado en obra, se realizaba el pedido del cemento y de los agregados teniendo en cuenta la dosificación que se iba a utilizar, aclarando que para tener clara la dosificación a utilizar previamente se debían realizar cilindros de concreto que posteriormente serían enviados a los Laboratorios CONSTRULAB Medellín, para definir si esa dosificación cumplía con lo requerido en obra.

Una vez se obtenían los resultados de laboratorio, era realizado el pedido de materiales teniendo en cuenta las cantidades previamente calculadas. El pedido de los materiales era realizado a la empresa Argos, destacando que el cemento era pedido en bolsas de 50kg, los agregados en m<sup>3</sup>, además de ellos se destaca que no había uso de aditivos.

### **Disminución del desperdicio**

Con el fin de disminuir los desperdicios en obra, la empresa realizaba capacitaciones tanto a los encargados del cálculo de cantidades, cómo también pedía a sus empresas contratistas del personal, realizar las capacitaciones necesarias a los trabajadores que realizarían las actividades del proyecto. Se destaca que:

- ⌘ El **desperdicio del acero**: No había desperdicio de acero, pues con las capacitaciones realizadas para el correcto cálculo de cantidades de acero, además del pedido del acero ya figurado, a la obra llegaba únicamente el material necesario para el correcto desarrollo de las actividades.
- ⌘ El **desperdicio de concreto premezclado**: En los pedidos de concreto premezclado, se procuraba tener un factor de desperdicio el cual era de 5% con respecto a la cantidad calculada a utilizar, además de ello cuando sobraba concreto, este era utilizado en el vaciado de otras actividades, haciendo que el concreto sobrante no se perdiera.
- ⌘ El **desperdicio de concreto mezclado en obra**: Para el pedido de materiales, era necesario realizar con cuidado el cálculo de las cantidades proyectadas a utilizar, de acuerdo a la dosificación previamente establecida, es importante destacar que aquí se tenía un factor de desperdicio del 5%

con respecto a cada material, de igual manera para disminuir el desperdicio en cuanto al almacenaje, el cemento era almacenado cuidadosamente en la bodega; aunque la arena y la grava no eran almacenados, sino vaciados cerca de donde se realizaría el mezclado, este era cubierto con plástico para cuidarlo de posibles pérdidas causadas por la lluvia, debido a las constantes lluvias que azotaban a Medellín en estos tiempos.

*Figura 31: Almacenamiento de agregados y planta de procesamiento.*



## **Medir el comportamiento del diseño de la mezcla y la correcta aplicación de concreto de obra.**

Para hablar del comportamiento del diseño de la mezcla, primero es importante mencionar que existen varios métodos de diseño de mezclas de concreto, los cuales van desde los analíticos, experimentales y empíricos, hasta volumétricos. Estos métodos se desarrollan de acuerdo con las necesidades del proyecto, y para garantizar los resultados hoy en día se cuentan con guías normalizadas con las que se puede garantizar la calidad del concreto en las obras.

La empresa SOLUCIONES CIVILES S.A.S., en su proyecto Villa Terra cuenta con dos tipos de concreto, por un lado, el concreto premezclado y por otro lado el concreto mezclado en obra, la empresa Argos era la encargada de suministrar tanto el concreto premezclado, como también los materiales para el concreto mezclado en obra.

### **Concreto Premezclado**

El concreto premezclado era utilizado en los elementos que más necesitaban de concreto, estos son las pilas y las losas de entrepiso. Para garantizar la calidad de concreto, la empresa Argos, entrega una ficha de remisión del concreto, donde se podía ver la descripción del producto, la cantidad de concreto, además de otros detalles con respecto a la entrega del concreto premezclado, una vez llegaba el concreto premezclado, este era vaciado, es importante destacar que a partir de una muestra tomada del premezclado que llegaba de Argos, se realizaban algunos cilindros a los cuales

se les realizaban ensayos de laboratorio con el fin de verificar que este concreto cumpliera con el requerimiento pedido, destacando la realización de los ensayos de medición de la resistencia del concreto y el de asentamiento.

*Figura 32: Remisión de concreto premezclado Argos*

<b>REMISION No.:</b> 50122511			
Fecha: 06/05/2021	No. Pedido: 500039	NIT: 811032254	
CLIENTE: SOLUCIONES CIVILES SA	Proyecto: VILLA TERRA		
Dirección: CR 12 AA SUR 55 D 80	Cantidad (m3): 7		
Cod Producto: C210700000	Descripción Producto: C. PLASTICO 3000PSI TM 1"		
Servicio Entrega:	Asentamiento: 152		
Planta: 501	Conductor: VIVARES ARENAS ANDRES	Mixer: 996	
Hora impreso: 14:54	Hora llegada planta: 16:10		Hora salida obra:
Hora llegada obra: 16:11	Hora inicio descargue: 16:21	Hora salida obra:	
Hora llegada planta:			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
NA			
Recibo a mi entera satisfacción la cantidad y especificaciones de producto relacionada			

En cuanto a la correcta aplicación del concreto, se hacía necesario el uso de bombas de concreto y tuberías para la aplicación de este concreto en lugares de difícil acceso, de igual manera se disponía de carretas y otros tubos, que facilitaban el vaciado del concreto.

*Figura 33: Vaciado del concreto de pilas*



*Figura 34: Vaciado del concreto de columnas*



De igual manera se seguían unas recomendaciones suministradas por Argos para el curado del concreto, con la aplicación de agua:

- ☒ Se puede realizar una inmersión del concreto en agua, controlada constantemente para así evitar daños en el concreto.
- ☒ El agua puede rociarse en estado de niebla directamente al concreto, en donde se debe evitar aplicar agua en grandes cantidades o a chorro ya que puede erosionar el material.
- ☒ El uso de materiales como costales, mantas de algodón y alfombras humectadas con agua para que tengan contacto permanente con las superficies del concreto; Estos deben ser colocados inmediatamente el concreto tenga una dureza superficial aceptable, para que de este modo se puedan evitar daños en el acabado de este (ARGOS, 2020).

El curado, según el ACI 308R, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor.

*Figura 35: Curado del concreto de las pilas*



*Figura 36: Curado del concreto de las columnas*



### **Concreto mezclado en obra**

La empresa contaba con una planta de mezclado de concreto, este concreto era utilizado principalmente en los cabezotes, en los nudos para la losa y en las columnas. Para garantizar la calidad del concreto mezclado en obra, la empresa SOLUCIONES CIVILES S.A.S., realizaba las pruebas de resistencia según las características requeridas para fundir determinados elementos, por ello se realizaban pruebas de laboratorio a las dosificaciones previamente planteadas. En primera instancia se tomaban los cilindros a partir de unas mezclas de acuerdo con cada dosificación, estos cilindros eran preparados según las recomendaciones de los laboratorios CONSTRULAB, quienes serían los encargados de realizar las pruebas para determinar si la mezcla de concreto planteada, cumpliría principalmente con la resistencia necesaria.

Figura 37: Preparación de los cilindros de concreto



Los resultados de los ensayos de laboratorio eran compactos en un Excel, donde se resaltaban sus características más importantes. Destacando que los resultados de todas las muestras analizadas, daban resultados favorables según la resistencia requerida en cada una de ellas.

Figura 38: Resultados de laboratorio de dosificaciones del concreto



RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO - CONTECON URBAR

PROYECTO	Villa Terra
UBICACIÓN	Torre 1

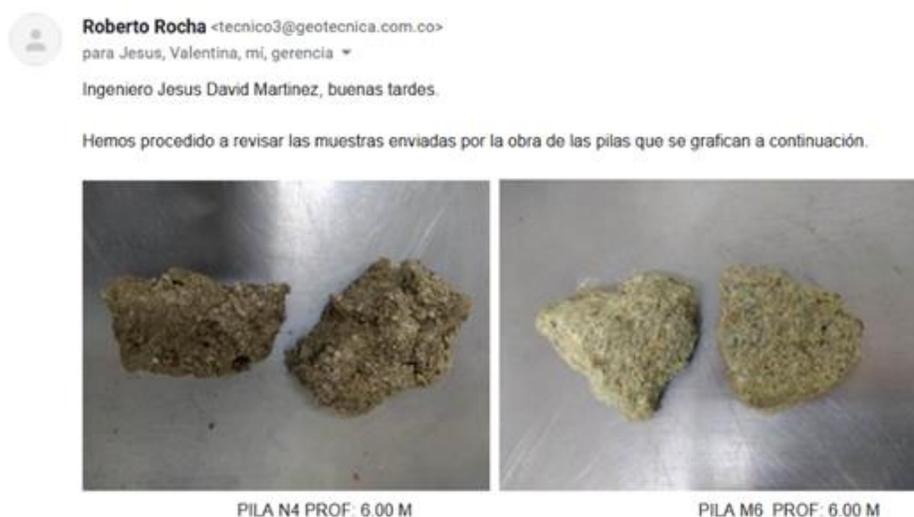
Identificación		f'c nominal real (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c nominal reportado (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) Edad temprana		f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) Fallado a los 28 días			f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) Fallado a los 56 días			Ubicación
Muestra	Fecha de muestreo			1	2	1	2	3	1	2	3	Elementos
507	21/04/2021	210	210	118	119							Losa 2 parqueadero
508	22/04/2021	420	420	517	490							Ensayo de 6000 triturado 3/8 muros apartamen
509	22/04/2021	210	210	173	188							Losa de apartamento 06-11 pila 130
510	22/04/2021	350	350	466	458							Ensayo de 500 triturado 3/8 losa apartamento C
511	23/04/2021	210	210	127	132							Pila 130 pila 41-36
512	24/04/2021	280	280	186	179							Cabezote de parqueadero
513	24/04/2021	210	210	116	118							Losa de parqueadero losa 1
514	26/04/2021	210	210	202	211							Pila 41-36
515	27/04/2021	350	350	503	527							Ensayo de 5000 triturado 3/8 cabezote 57-65-CF
516	27/04/2021	280	280	251	272							Columnas AP-6P-AP-5P-BP-4P-CP-4P-DP-4P Parc
517	28/04/2021	280	280	294	288							Cabezote de los parqueaderos
518	28/04/2021	210	210	219	213							Tramo de losa parqueadero losa contrapiso tor
519	28/04/2021	420	420	613	644							Ensayo de 6000 triturado 3/8 muros M5-piso - 5

Para la correcta aplicación del concreto mezclado en obra, la empresa contratista contaba con personal capacitado, quienes seguían los siguientes procedimientos:

- ☒ Preparar y colocar el concreto lo más cerca posible de su posición final como sea posible.
- ☒ En la fundida el concreto se empieza a vaciar en determinado lugar se debe hacer desde las esquinas, aunque en los lugares donde había pendiente se debe hacer desde el nivel más bajo.
- ☒ A la hora de realizar el vaciado este debe ser desde alturas inferiores a 1,20 m.

Además de los ensayos de laboratorio realizados al concreto, en SOLUCIONES CIVILES S.A., también se realizaban estudios de suelos, para ello la empresa enviaba a los laboratorios CONTECON URBAR, las respectivas muestras de suelo para su respectivo análisis, a través de ensayos de laboratorio y una vez realizados daban respuesta por medio del correo electrónico, confirmando las características del suelo.

*Figura 39: Respuesta de los laboratorios CONTECON URBAR*



**Preparar informes quincenales al director de trabajo de grado de los avances en la obra.**

En la Ingeniería Civil al ser un campo en el que generalmente se mueve gran cantidad de recursos, se hace necesario llevar cierto control de las actividades, inventarios, entrada de material y demás aspectos importantes que sucedan al realizar una construcción, en Colombia y en varios países de Latinoamérica, para llevar este control se usa un libro llamado Bitácora.

La Bitácora es el instrumento utilizado en los proyectos de construcción para la comunicación entre el propietario, el constructor y el supervisor, así como con los representantes de las autoridades o inspectores de los diferentes entes que regulan la construcción, su uso es obligatorio en todas las obras y servicios, por lo que la constructora y la supervisión, deberán prever que los órganos internos de control vigilarán el uso y seguimiento de la misma, adicionalmente sirve como testigo de las actividades desarrolladas durante la ejecución de la obra, es por ello que se deben anotar todos los percances que ocurren durante la ejecución del proyecto y esto incluye por ejemplo: dejar constancia de los días de lluvia y cantidad de lluvia, la temperatura, viento, día soleado o nublado, cantidad de obreros laborando, tareas iniciadas, en ejecución o finalizadas, materiales o equipos ingresados o retirados de la obra, días laborados o no, también se debe de enfatizar si las actividades se encuentran dentro del programa de trabajo o fuera de él (H., 2016).

Para el desarrollo del presente proyecto, el cumplimiento de uno de sus objetivos se da al

**“Presentar informes quincenales al director de trabajo de grado de los avances en la obra”**

**Primer corte de obra (11 de febrero – 25 de febrero)**

Se iniciaron las prácticas profesionales como auxiliar de Ingeniero Residente Estructural en la empresa Soluciones Civiles S.A ubicada en la Ciudad de Medellín-Antioquia. Se inicia la jornada con la capacitación de la oficina de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), donde me indican cuales son los peligros biológicos, químicos, físicos, auditivos, entre otros que puedo tener durante mis prácticas, así mismo me dan las indicaciones como contrarrestar estos peligros y que se debe hacer en caso de que ocurran.

Luego de la capacitación realice un recorrido por toda la obra con el residente para identificar los avances que se llevaba en ella, de los avances se tienen lo siguiente:

De la *torre 1*, se tiene toda la parte estructural, se estaba iniciando con la mampostería y acabados, y a la fecha del 11 de febrero de 2021 van en el piso 10 de un total de 21 pisos.

De la *torre 2*, la empresa tiene definidas 4 etapas para la parte estructural, de estas etapas van en la etapa 1, la cual se están excavando algunas pilas, armando refuerzo de pilas, vigas de fundación y muros.

De la *torre 3*, únicamente se tenía localizado el lugar en el que se llevaría la construcción.

*Figura 40: Avances en la torre 1 fecha inicio de las prácticas.*



*Figura 41: Avances en la torre 2 fecha inicio de las prácticas.*



Al siguiente día en la jornada de la mañana se desarrolló el comité de contratista, donde se hizo mi presentación oficial ante ellos, y se trataron temas de acuerdo a los pendientes en el comité anterior, así mismo se establecieron compromisos de cada uno de los procesos que lideran, con fechas y entregables. De igual manera ese mismo día se me dio acceso a la nube de almacenamiento

de los planos del proyecto, para con ello realizar un análisis a los mismos y conocer más aún del proyecto, dichos planos se encuentran en la carpeta apéndices con el nombre de ***Apéndice 1: Planos del proyecto***. Junto al Ingeniero Residente Estructural, se hace un acercamiento al campo para revisar la marcación de los puntos de la ubicación de las pilas para la primera etapa de parqueadero revisando la correcta ubicación según indican los planos.

*Figura 42: Marcación de puntos para Pila Parqueadero.*



Después de ello el Ingeniero Residente Estructural me deja como tarea el análisis e interpretación a los planos de la etapa 4 del parqueadero. Me dan a conocer un software que posee la empresa, Software. PACO®. Programa para la Administración y el Control de Obras civiles.

Después de ello, mi tarea es ordenar un archivo de Excel siguiendo las indicaciones del Ingeniero Residente Estructural, para con ese orden poder dejar el archivo de Excel de manera que la información del mismo se pueda subir con facilidad al Software PACO, dicho Excel se encuentra en la carpeta anexos con el nombre de ***Anexo 3: Cálculo de cantidades***.

En la última semana del mes, misma en que se debe realizar el corte de obra, se realiza una revisión de la estructura entregada por parte del maestro, obteniendo lo siguiente:

- Se hizo entrega de 20 pilas excavadas, armada y vaciada de 32 pilas.
- Se realizo la excavación, armada y vaciado de 132, 50 ML de vigas.
- Y un total de 9466 kg de acero.

Luego de ser analizada y revisada esta información por los supervisores de la obra, posteriormente fue cargada al software PACO, sistema donde se presenta un listado de todos los proyectos a cargo de la empresa mostrando la información de cada uno de ellos, así mismo cada uno de los contratistas, como el costo por cada actividad, subactividad, y allí mismo se carga el pago a realizar por cada corte.

Los encargados de las excavaciones y del armado del acero de las pilas y vigas de cimentación del parqueadero, hacen entrega de sus actividades terminadas, a las que se les hace una revisión, para dar aval al vaciado del concreto.

**Segundo corte de obra (26 de febrero – 11 de marzo)**

Se realiza una supervisión de la excavación de las pilas y vigas de cimentación faltantes de la etapa 1 del parqueadero. Es importante supervisar los avances de las diferentes etapas del proyecto, y de las diferentes torres de apartamentos, por ello se hace una supervisión a la obra.

*Figura 43: Armadura de Pilas y Excavación de vigas*



*Figura 44: Avances Etapa 1 Torre 2 día 27 de febrero*



De igual manera se hace un acompañamiento al Ingeniero Residente para revisar las tuberías de red contra incendio y la montura de los muros en Draibol en algunos apartamentos.

El primer día del mes de marzo, día que inicia con una reunión con el coordinador de la Empresa de Servicios Públicos de Medellín (EPM), el coordinador de la obra, directora de la obra y residentes, para mirar algunos aspectos importantes sobre el alcantarillado y al acueducto de la obra de Villa Terra. Luego se realizó una caminata con el topógrafo y el contratista para mirar los puntos por donde se va a realizar la red de acueducto e iniciar con la construcción. Así mismo, se supervisaron las armaduras y vaciados de las columnas, el encofrado de las losas aéreas y de las columnas de parqueadero etapa 1.

*Figura 45: Puntos Red de Acueducto*



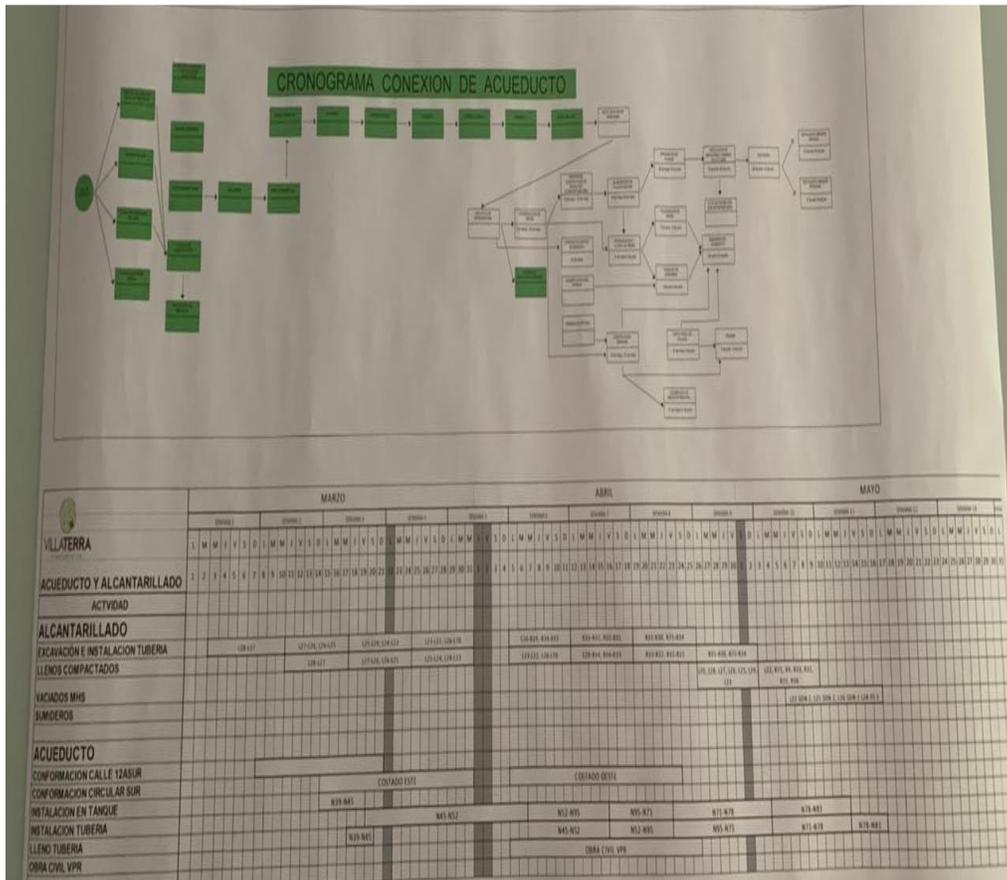
Ahora es necesario el cálculo de cantidades de barras de acero, para la correcta ejecución de ello, recibí una capacitación por una funcionaria de la empresa GERDAU, quien me indico lo relacionado sobre el programa Lista de hierro, sus características, la forma en que se maneja,

algunas particularidades del programa, y como realizar los pedidos a la oficina de venta de la empresa.

Además de la verificación de los puntos de la red de acueducto, también fue necesario verificar los puntos topográficos por donde va a pasar la red de aguas residuales y red de aguas de lluvias, esta actividad se hizo en compañía del topógrafo.

Junto con el contratista se revisaron las actividades de la programación detallada de la red de lluvia, la red de aguas residuales y los MHS, para posterior a ello realizar la programación de las mismas.

Figura 46: Cronograma Red de lluvias y red de aguas residuales

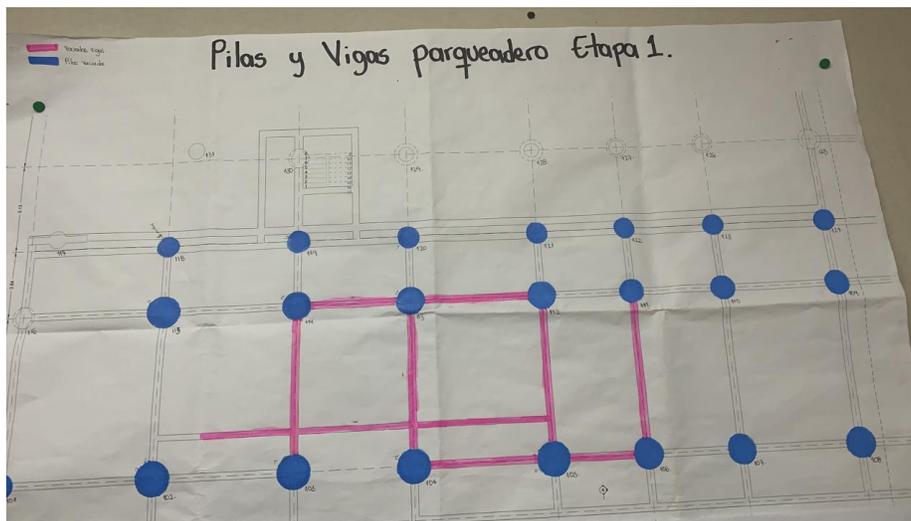


Ya teniendo clara la manera en que la empresa requería el cálculo de los aceros, me di a la tarea de realizar el cálculo de cantidades de acero de las pilas tipo 1 y 2 de parqueadero etapa 4, esto con ayuda del software Lista de Hierro y la cual fue suministrada y guardada en el mismo.

Es necesario supervisar el trabajo que se iba adelantando en la armadura de algunas columnas, vaciado de algunas pilas y vigas, además de ello junto con los Ingenieros Residentes estuvimos organizando las actividades y los avances a corte de hoy para consolidar un informe y hacer entrega el día siguiente a la dirección de la empresa y coordinador de la obra, mirar con el cronograma inicial, como van las actividades y estrategias utilizar para avanzar en las que no se han cumplido.

Dentro de la organización me dirigí a la obra para revisar junto con el maestro encargados de parqueadero etapa 1 y el maestro encargado de Torre 2 A, la entrega del % de avance de las pilas, en cuanto a excavación, armadura y vaciado a la fecha, de igual manera de las vigas, cabezote y dados.

*Figura 47: Avances de vaciado de Pilas y Vigas Parqueadero Etapa 1.*



*Figura 48: Avances de Pilas Torre II*



Asistí a una reunión con los Directivos de la obra, con los Ingenieros Residente y demás personas interesadas, donde el principal objeto fue revisar los avances hasta la fecha que lleva la obra, las actividades que se deben desarrollar por las actividades y los imprevistos que se han presente durante ella, así mismo se establecieron compromisos para poner culminar el proyecto en los tiempos proyectados desde un principio. Después de esto se realizó una visita a campo para mirar los avances de las jornadas, y todo lo pertinente en cuanto a las actividades programadas.

Continuando con el cálculo de las cantidades de aceros, se hace un resumen de las cantidades calculadas hasta el momento.



adecuada de cada uno de ellos, así mismo iniciamos con el escalamiento de la estructura, el correcto ascenso, entre muchos aspectos. Practicamos el escalamiento adecuado de un poste, escalamiento por medio de cuerdas por una estructura, el descenso por cuerda y estructura, como realizar un rescate desde la altura, nos enseñaron la armadura completa y adecuada de un andamio, como realizar el desplazamiento tanto vertical como horizontalmente, realizar nudos (ocho sencillos, doble ocho, doble ocho con doble oreja, nueve, entre otros). Al final del curso se realizó una prueba teórica y práctica de todo el curso y se da por culminado el curso en alturas.

**Tercer corte de obra (12 de marzo – 26 de marzo)**

Una de las funciones que me delegaron con el paso del tiempo, fue supervisar, durante este corte supervise la construcción de los primeros apartamentos de Torre II, destacando la postura del acero de los muros, la modulación de la formaleta para los muros, la nivelación, el vaciado de concreto, esto entre otras actividades, destacando que gracias a ello pude conocer un poco más acerca del procedimiento constructivo de los muros estructurales y su importancia en la construcción de grandes edificios.

*Figura 50: Armado de acero de muros estructurales*



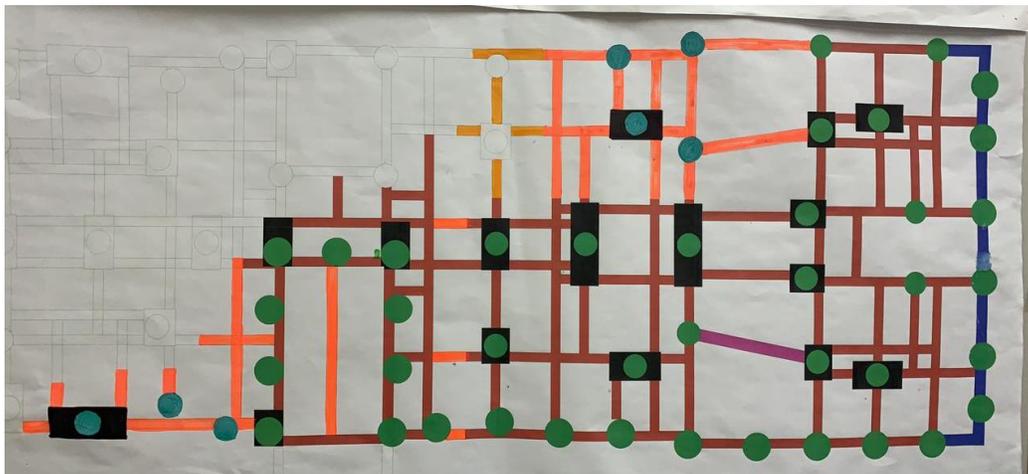
De igual manera es importante destacar que con la confianza de la empresa hacia mí, me permitió seguir asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y los contratistas, además de ello realizando el control de costo de las actividades realizadas semana a semana, dando con ello cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de la obra y el Ingeniero Residente Estructural.

*Figura 51: Avances Torre II*



Continuando con el cálculo de cantidades, ahora me fue asignado el cálculo de cantidades de acero de la etapa 2 de parqueadero, el cual lo realice de igual manera que en la etapa realizada anteriormente. De igual manera era importante llevar un control de las cantidades calculadas, realizado de acuerdo a la *Figura 49: Control del cálculo de cantidades de acero*.

*Figura 52: Control del cálculo de cantidades de acero*



Después de ello, tuve que supervisar el primer y segundo piso de la construcción del parqueadero etapa 1, de igual manera supervisé la postura del acero de las columnas y vigas, pero ahora también el acero de la losa área de piso 1 y 2, también la modulación de las columnas y el vaciado de concreto de las columnas, vigas, nervios y losas.

*Figura 53: Armado de acero en losa de la etapa 1*



**Cuarto corte de obra (29 de marzo – 9 de abril)**

Continuando con las labores de supervisión, en este corte supervisé el movimiento de tierra para la construcción de la vía que unirá otros proyectos, destacando la supervisión del relleno y corte que se debía hacer, la cantidad de material que se utilizaba para el relleno, esto debido a que lo que se cortaba no era suficiente material para el relleno que se debía realizar. Se destaca en Semana Santa que únicamente se laboró durante 3 días, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, además dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de la obra y el Ingeniero Residente Estructural.

*Figura 54: Localización del terreno a trabajar el movimiento de tierra*



De igual manera en este corte se realizaron algunos cilindros para enviarlos al laboratorio contratado para poder determinar el comportamiento y resistencia del concreto de 3000 y 4000 psi para utilizar en los vaciados de concreto de las 2 semanas siguientes.

*Figura 55: Preparación de Cilindros*



La supervisión de los apartamentos, destacando las tuberías para instalaciones hidráulicas, eléctricas y de gas, también era necesario para poder continuar con los acabados.

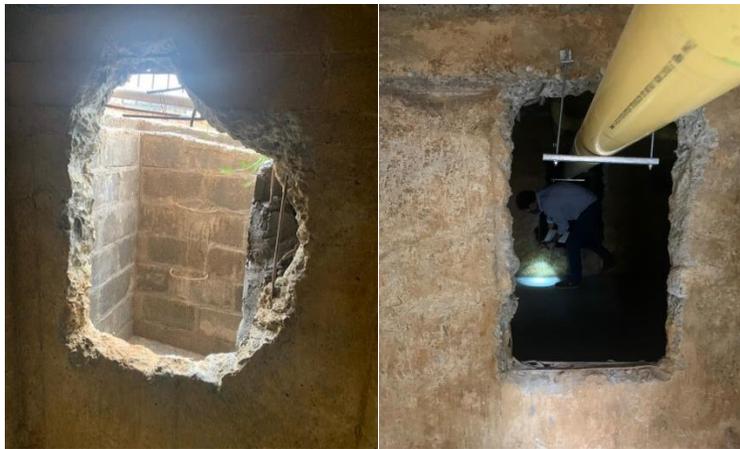
*Figura 56: Revisión parte estructural de apartamentos*



En este corte me fue asignado realizar la supervisión y cálculo de cantidades de perforaciones realizadas en los muros de estructurales de Villa Luna proyecto realizado y entregado por Soluciones

Civiles S.A, las cuales son hechas por un personal asignado para la reparación de algunas tuberías de alcantarillado, la revisión de las mismas y su correcto desarrollo fue prioridad y al tratarlo como algo grave, debido a que estas perforaciones afectan la parte estructural de esta torre y podrían ocasionar problemas en el futuro.

*Figura 57: Revisión de perforaciones*



A dichas perforaciones se les decidió hacer un refuerzo estructural.

*Figura 58: Refuerzo estructural perforaciones*



**Quinto corte de obra (12 de abril – 23 de abril)**

Al inicio de este corte de obra, realizó la supervisión algunas brechas para empotrar la tubería por donde debe pasar el acueducto de la obra de Villa Terra, se realizó la inspección de la tubería que va a hacer conectada desde el tanque principal que da abastecimiento a municipio y va a dar abastecimiento al proyecto de Villa Terra.

De igual manera continuando con el cálculo de cantidades de acero de la etapa 2 de parqueadero, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, y realizando el control de costo de las actividades realizadas durante la semana y dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de la obra y el residente estructural.

*Figura 59: Tubería acueducto obra Villa Terra*



Se inspeccionó el movimiento de tierra para seguir con la etapa 2 de parqueadero, donde estará ubicado además de parqueadero de Torre II, la canchas de recreacionales y piscina. También se superviso el movimiento de tierra para la nivelación de la zona donde va estar ubicado la etapa 4

de parqueadero, donde se va encontrar al tanque de almacenamiento de agua de las torres este parqueadero empalmaría con el parqueadero de Etapa 1.

*Figura 60: Supervisión Etapa I parqueadero*



*Figura 61: Supervisión Torre II*



**Sexto corte de obra (26 de abril – 7 de mayo)**

En este corte se da inicio a la cuarta etapa del parqueadero, para esto se estableció un cronograma donde se establece el inicio y fin de esta etapa, luego de nivelar este sector se localizaron las 20 pilas de esta etapa para iniciar con el proceso de excavación y anillamiento de la pila. En la primera semana se adelantó en la excavación y vaciado de 4 pilas para dar con un cumplimiento del 40% de esta semana según el cronograma, aquí no se logró cumplir con el objetivo de 10 pilas excavadas y vaciadas, debido a atrasos por factores climáticos, además de encontrar el nivel freático rápidamente durante la excavación, la presencia de piedra y entrega tardía de los materiales.

Como líder de esta etapa, estuve al frente de cualquier inconveniente presentado durante estos días en cuanto al proceso constructivo, lectura de planos, supervisión de llegada de materiales, armadura de canasta de pilas, vaciado de pilas, entre otros.

*Figura 62: Inicio excavación de pila*



*Figura 63: Excavación y anillado de las pilas*



*Figura 64: Canastas de Pilas*



Para el vaciado de las pilas de cimentación, una vez estaban completamente armadas las pilas a vaciar, fue necesario el pedido del concreto, el cual se realizó a la empresa Argos y por una cantidad de 17 m<sup>3</sup> de concreto con 3000psi de resistencia.

De igual manera, continúe sacando cantidades de acero de la etapa 2 de parqueadero, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, y realizando el control de costo de las actividades realizadas durante la semana y dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de la obra y el residente estructural.

A la semana siguiente se adelantó en la excavación y vaciado de 5 pilas para dar con un cumplimiento del 60% de esa semana según el cronograma, de igual manera el no cumplimiento del 100% de lo programado, se debió a atrasos por factores climáticos, en las excavaciones al encontrar el nivel freático prontamente, presencia de piedras, además de la entrega tardía de los materiales.

Al ser líder de esta etapa estuve al frente de cualquier inconveniente presentado durante estos días en cuanto al proceso constructivo, lectura de planos, supervisión de llegada de materiales, armadura de canasta de pilas, vaciado de pilas, movimiento de tierra para el mejoramiento de la vía, aspectos de electricidad, modulación del tanque, además de la búsqueda para la solución a factores que se iban presentando en todo el proceso.

**Séptimo corte de obra (10 de mayo – 21 de mayo)**

Entre los días del 10 al 14 de mayo esta semana se culminó de excavar las 20 pilas de etapa 4, así mismo se realizó el vaciado de las 10 pilas donde va construirse el tanque, se armó en acero y formaleteo las vigas de cimentación para luego hacer el vaciado, luego se compacto el suelo donde va la losa contrapiso y se realizó el armado de la losa para luego realizar el vaciado. Como líder de esta etapa estuve al frente de cualquier inconveniente presentado durante estos días en cuanto al proceso constructivo, lectura de plano, supervisión de llegada de material, armadura de canastas de pilas, vaciado de pilas entre otros. Así mismo, continúe sacando cantidades de acero de la etapa 2 de parqueadero, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, y realizando el control de costo de las actividades realizadas durante la semana y dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de la obra y el residente estructural.

*Figura 65: Pilas de cimentación*



*Figura 66: Armado de Cabezote de Pilas y Vigas*



*Figura 67: Vaciado de vigas*



*Figura 68: Armado y vaciado de losa de contrapiso*



Entre los días del 17 al 21 de mayo luego de realizar el vaciado de la losa contrapiso se inició a armar las columnas que hacen parte del tanque ósea etapa 4a, así mismo se colocó la cinta PVC para evitar filtraciones por las juntas; se realizó el formaleteo de las mismas y vaciado. De la etapa 4b, se inició con la excavación de las de las vigas.

Como líder de esta etapa estuve al frente de cualquier inconveniente presentado durante estos días en cuanto al proceso constructivo, lectura de plano, supervisión de llegada de material, armadura de canastas de pilas, vaciado de pilas, movimiento de tierra para la mejorar la vía, aspectos de electricidad, modulación de tanque, buscar solución a factores que se van presentando en todo el proceso.

Esta misma semana continúe sacando cantidades de acero de etapa 2 de parqueadero y la etapa de contención, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, y realizando el control de costo de las actividades realizadas durante la semana y dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de obra y el residente estructural.

*Figura 69: Columnas armadas y encofradas*



### **Octavo corte de obra (24 de mayo – 11 de junio)**

Entre los días del 24 de mayo al 02 de junio fue enfocado específicamente en el tanque, basado en lo anterior se inició con la armadura del acero de tanque, se colocaron los pases de las bombas, se formaletearon los muros, así mismo se inició con el vaciado.

Como líder de esta etapa estuve al frente de cualquier inconveniente presentado durante estos días en cuanto al proceso constructivo, lectura de plano, supervisión de llegada de material, armadura de canastas de pilas, vaciado de pilas entre otros.

Así mismo, continúe sacando cantidades de acero de la etapa 2 de parqueadero y pilas de contención, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, y realizando el control de costo de las actividades realizadas durante la semana y dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de la obra y el residente estructural.

*Figura 70: Acero de los muros de los tanques*



*Figura 71: Tanques vaciados*



Entre los días del 03 al 11 de junio luego de realizar el vaciado de los muros completos del tanque, se inició con la armadura de la losa aérea o tapa del tanque, estos mismos días se inició con la armadura de las vigas de fundación y dados de la etapa 4b, así mismo se realizó el vaciado. Estos mismos días se armó, formaleteo y vació 6 columnas de esta misma Etapa.

Como líder de esta etapa estuve al frente de cualquier inconveniente presentado durante estos días en cuanto al proceso constructivo, lectura de plano, supervisión de llegada de material, armadura de canastas de pilas, vaciado de pilas, movimiento de tierra para la mejorar la vía, aspectos de electricidad, modulación de tanque, buscar solución a factores que se van presentando en todo el proceso.

Esta misma semana continúe sacando cantidades de acero de etapa 2 de parqueadero y la etapa de contención, asistiendo a los comités con el coordinador de la obra y contratistas, y realizando el control de costo de las actividades realizadas durante la semana y dar cumplimiento a las actividades asignadas por la directora de obra y el residente estructural.

*Figura 72: Armado de acero de vigas y cabezotes*



*Figura 73: Armada de equipo losa aérea o tapa de tanque*



## Conclusiones

La práctica empresarial realizada fue una experiencia enriquecedora, me permitió conocer y enfrentarme a un ambiente de trabajo en el sector de la construcción, con el desarrollo de estas pude ampliar mis conocimientos en el área y lo más importante fue las constantes capacitaciones que me daba la empresa, eso me sirve de motivación para querer seguir aprendiendo más y más de esta hermosa disciplina.

Durante el desarrollo de mis prácticas profesionales, además de realizar un seguimiento y acompañamiento en el desarrollo de las actividades del proyecto, la empresa me otorgo la responsabilidad de liderar la ejecución del desarrollo de una etapa del proyecto, más específicamente la etapa IV de parqueadero, la cual consistía en la construcción de 3 niveles para uso exclusivo de parqueadero, además de unos tanques de agua a nivel de la cimentación. Con el fin de asegurar el correcto desarrollo de la etapa, me di a la tarea de anotar, de preguntar y de consultar cada una de las cosas que me generaban alguna duda, destacando que por fortuna conté con un excelente equipo de trabajo el cual me guio en la consecución de los mejores resultados.

## **Recomendaciones**

Cuando una empresa nos da la oportunidad de realizar las prácticas profesionales, es importante dar todo nuestro empeño y dedicación con el fin de dejar en buen nombre nuestro programa y nuestra institución, además de ello como futuros Ingenieros Civiles, debemos interesarnos por lo que vamos a ejercer en nuestro futuro profesional, por ello debemos amar lo que hacemos y aprovechar la oportunidad que normalmente es algo difícil de conseguir.

Al realizar una programación de obra, son muchos los factores que se deben tener en cuenta, todo parte de garantizar un buen cálculo de cantidades, así como de la correcta asignación de los rendimientos, por ello nos debemos ayudar de los profesionales que normalmente tienen más experiencia que nosotros, en mi caso al correr con la fortuna de una empresa tan organizada, pude contar con la información que tenía la empresa con respecto a los rendimientos, destacando que de igual manera estos rendimientos eran verificados por los maestros de obra y además con el desarrollo de las actividades se ratificaban los mismos.

El cumplimiento de las normativas colombianas, es algo que siempre debe estar en todo proyecto, estas normas se hacen con el fin de cuidar vidas, por lo tanto como futuros profesionales de Ingeniería Civil, debemos asegurar que se cumplan las normas de seguridad y salud en el trabajo, además de las normas respecto al diseño, construcción, mantenimiento y demás normas relacionadas con la construcción.

### **Lista de referencias**

*Grupo técnico y administrativo Soluciones civiles S.A. (2021) PLAN DE BIOSEGURIDAD Y PREVENCIÓN DEL COVID- 19.*

*ARGOS. (2020). TÉCNICAS PARA EL BUEN CURADO DEL CONCRETO. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/tecnicas-para-el-buen-curado-del-concreto>*

*Decreto 1072 de 2015*

*Consultada: <http://www.mintrabajo.gov.co/normatividad/decreto-unico-reglamentariotrabajo.html> Fecha: abril de 2021.*

*Reglamento de trabajo en alturas Resolución 1409 de 2012.*

*Botero, L. F. (Diciembre de 2002). Análisis de Rendimientos. pág. 3.*

*Cárdenas, A. F. (6 de Enero de 2017). Funciones del Ingeniero Inspector e Ingeniero Residente en una Obra Civil. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/funciones-del-ingeniero-inspector-e-residente-en-una-al%C3%AD-fernando>*

*Company, H. M. (8 de Agosto de 2007). The American Heritage Dictionary of the English Language, Fourth Edition. . Obtenido de <https://www.dictionary.com/browse/civil-engineering>*

H., H. W. (2016). *Monografías. Obtenido de El uso de la bitacora de obra:*  
<https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/uso-bitacora-obra/uso-bitacora-obra2.shtml>

*Medellín cómo vamos. (s.f). Área metropolitana. Obtenido de*  
<https://www.medellincomovamos.org/territorio/area-metropolitana-del-valle-de-aburra>

*NSR-10. (1997). titulo i supervision tecnica . En NSR-10, ley 400.*

*silva, d. a. (29 de 08 de 2017). norma tecnica colombiana 396. Obtenido de kupdf:*  
[https://kupdf.net/download/ntc-396-asentamiento-del-concreto\\_59a5771ddc0d605746568ee1\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntc-396-asentamiento-del-concreto_59a5771ddc0d605746568ee1_pdf)

*Wikipedia, La enciclopedia libre. (22 de Abril de 2021). Medellín. Obtenido de*  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Medell%C3%ADn#cite\\_note-:1-11](https://es.wikipedia.org/wiki/Medell%C3%ADn#cite_note-:1-11)

*Researchgate, Mapa político del Valle de Aburrá, imagen recuperada de:*

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-politico-del-Valle-de-Aburra-Disponibile-en-http-wwwmetropolgovco\\_fig1\\_339596291](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-politico-del-Valle-de-Aburra-Disponibile-en-http-wwwmetropolgovco_fig1_339596291)

*Pinterest, Medellín, imagen recuperada de:*

<https://co.pinterest.com/pin/794885402953873530/>

*Google Maps, Localización Villa Terra, imagen recuperada de:*

<https://www.google.com/maps/place/VILLA+TERRA/@6.2062447,-75.6004345,13z/data=!4m9!1m2!2m1!1sVillaTerra+->

+Guayabal+%C2%B7+Carrera+58+%23+14+sur+-

+40!3m5!1s0x0:0x3541fee35e52ae95!8m2!3d6.1934607!4d-

75.599609!15sCjFWaWxsYVRlcnJhIC0gR3VheWFiYWwgwrcgQ2FycmVyYSA1OCAjID

E0IHNIciAtIDQwkgEQY29ycG9yYXRlX29mZmljZQ

*Project Management. (s.f.). Herramientas para elaborar el cronograma de actividades de un proyecto. Obtenido de [https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/planificacion-de-las-actividades-y-tiempo-de-un-proyecto/herramientas-para-elaborar-el-cronograma-de-actividades-de-un-](https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/planificacion-de-las-actividades-y-tiempo-de-un-proyecto/herramientas-para-elaborar-el-cronograma-de-actividades-de-un-proyecto#:~:text=El%20cronograma%20de%20actividades%20es,cumplir%20con%20los%20p)*

*proyecto#:~:text=El%20cronograma%20de%20actividades%20es,cumplir%20con%20los%20p*

*la*

## **Anexos**

### **Anexo 1. Evidencia de las prácticas.**

Consiste en una carpeta que contiene una gran cantidad de fotos relacionadas con las diferentes actividades y evidencia de todo lo pertinente a mi estadía en la empresa.

### **Anexo 2. Informe de cantidades de acero.**

Consiste en una carpeta en la que se muestran los informes en pdf del cálculo de cantidades de acero realizados en el programa Lista de Hierro.

### **Anexo 3. Cálculo de cantidades.**

Consiste en una carpeta en la que se relacionan todos los Excel trabajados durante el desarrollo de mis prácticas, destacando que el Excel llamado Etapa N4 contiene lo más pertinente de la etapa N4 del parqueadero la cual estuvo a mi cargo.

### **Anexo 4. Cronograma Etapa IV.**

Consiste en un archivo de Microsoft Project Document (.mpp), además de un pdf, en los que se muestra la realización del cronograma de la etapa IV del parqueadero.

### **Anexo 5. Avance Quincenales**

Consiste en la relación de los ocho (8) informes realizados en mis prácticas profesionales, informes cargados a la plataforma Moodle.

### *Apéndices*

Apéndice 1. Planos del proyecto.

Consiste en una carpeta que contiene varios archivos DWG de AutoCAD en donde se detallan los planos y las especificaciones técnicas del proyecto.

Apéndice 2. PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD.

Consiste en un archivo pdf en el que se muestra el protocolo de bioseguridad de la empresa Soluciones Civiles S.A.