



**CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO SORRENTO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ POR  
HERRERA & HERRERA INGENIEROS S.A.S  
(PASANTÍA)**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**BOGOTÁ 2020**



**CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO SORRENTO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ POR  
HERRERA & HERRERA INGENIEROS S.A.S**

**(PASANTÍA)**

**PROYECTO DE GRADO BASADO EN LA MODALIDAD DE PASANTÍA.**

**DIRECTORA**

**ALEXANDRA MORALES**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**INGENIERÍA CIVIL**

**BOGOTÁ 2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado 1**

---

**Firma del jurado 2**

## **DEDICATORIA**

Este logro lo dedico primeramente a Dios por darme salud, llenarme de fortaleza y brindarme la oportunidad de alcanzar mis sueños y superar todos obstáculos que se me presentaron durante este proceso. En segundo lugar, a mis padres y hermanos, principalmente mi padre Rafaelino Sicuariza y a mi madre Gloria Esther quienes han sido un apoyo incondicional para brindarme aportes invaluable que me han servido durante toda mi vida. En tercer lugar, es para mí de gran satisfacción poder dedicarles a todas aquellas personas que han depositado toda su confianza en mí para llegar a ser un gran profesional, maestros, compañeros de universidad y trabajo, que han deseado y anhelado lo mejor para mi vida. Finalmente quiero agradecer de manera infinita a la universidad Antonio Nariño por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios en tan prestigioso plantel y a la empresa Herrera y Herrera ingenieros por permitirme poner en práctica mis conocimientos adquiridos y darme la oportunidad de crecer profesionalmente en su empresa. Muchas gracias a todos por la motivación y ayudarme a concluir mi proyecto de grado.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer de corazón a todas aquellas personas que de una u otra manera han sido claves en el alcance de este sueño brindándome su apoyo incondicional, como lo son mis padres y hermanos, pues son ustedes mi mano derecha para cumplir con el desarrollo de este trabajo depositando siempre confianza en mí. Este nuevo logro es en gran parte para ustedes.

Quiero agradecer a mi directora de tesis Alexandra Morales quien con su orientación y conocimientos ha hecho posible que este proyecto se haga una realidad, a la universidad Antonio Nariño que me permitió prepararme y llenarme de conocimientos durante este largo procesos de formación, y por ultimo darle las gracias al ingeniero David Herrera socio de la empresa Herrera y Herrera ingenieros quien de una manera cordial permitió que yo pudiese realizar mi proyecto de grado en su empresa y de igual forma adquirir una experiencia profesionalmente satisfactoria.

**TABLA DE CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN .....	13
2.	RESUMEN .....	15
3.	OBJETIVOS .....	17
3.1.	Objetivo General.....	17
3.1.1.	Objetivos Específicos.....	17
4.	Marco Conceptual.....	18
4.1.	Misión.....	18
4.2.	Visión.....	18
4.3.	Organigrama Herrera & Herrera Ingenieros .....	18
4.4.	Proyecto de Ingeniería .....	19
4.5.	Gerente de Proyectos .....	21
4.6.	Planificación del Proyecto .....	22
4.6.1.	Método de redes (CPM y PERT) .....	24
4.6.2.	Programación de Detalle.....	26
4.7.	Proyecto de Construcción de un Edificio.....	27
4.8.	Etapas y Fases de un Proyecto de Construcción de Edificios.....	28
4.8.3.	<i>Idea del proyecto</i> .....	28

4.8.4.	Estudio Previo .....	29
4.8.5.	Anteproyecto .....	29
4.8.6.	Diseño Final .....	29
4.9.	Permisos y Licencia de Construcción .....	30
4.10.	Costos y Presupuesto .....	30
4.10.7.	Costos Directos de Construcción.....	31
4.10.8.	Costos Indirectos de Construcción .....	32
4.11.	Cronograma de Obra Civil.....	33
4.12.	Gestión de Compras y Contratación .....	34
4.12.9.	Gestión de Compras.....	34
4.12.10.	Contrato de Construcción de Obra Civil .....	35
4.13.	Estructuras de concreto armado .....	36
4.13.11.	Tipos de Estructuras .....	36
4.14.	Sistemas Estructurales. ....	37
4.14.12.	Sistemas de Pórticos .....	37
4.15.	Componentes de un sistema estructural.....	37
4.15.13.	Carga muerta .....	37

4.15.14.	Carga viva.....	37
4.15.15.	Cargas Accidentales .....	38
4.16.	Planos.....	38
4.16.16.	Planos estructurales .....	38
5.	Metodología .....	40
6.	Resultados.....	42
6.1.	Ejecución del Proyecto de la Estructura Sorrento.....	42
6.2.	Programa de obra .....	43
6.3.	Pedido de materiales .....	44
6.3.1.	Hormigón o Concreto.....	44
6.3.2.	Pedido del Acero de Refuerzo.....	46
6.4.	Personal de Obra.....	49
6.5.	Materiales.....	52
6.6.	Equipos y Herramientas.....	56
6.7.	Cálculo de las Cantidades de Obra .....	58
6.8.	Preliminares .....	59
6.9.	Excavación mecánica.....	60

6.10.	Cimentación .....	62
6.10.3.	Excavación Manual .....	62
6.10.4.	Descabece de Pilotes .....	63
6.10.5.	Armado de Vigas y Dados de Cimentación.....	64
6.10.6.	Fundida de Vigas y Dados.....	65
6.11.	Columnas y Pantallas .....	66
6.11.7.	Procedimiento de Fundida.....	68
6.12.	Placas de Entrepiso .....	69
6.12.8.	Procedimiento de Fundida.....	70
6.13.	Escaleras de acceso .....	72
6.14.	Resultado Final de Ejecución del Proyecto .....	73
7.	Conclusiones.....	75
8.	Recomendaciones .....	76
9.	Referencias Bibliográficas .....	77
10.	Anexos .....	80

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Funciones del Personal que Forma Parte de la Ejecución del Proyecto .....	49
Tabla 2. Materiales Empleados en la Obra Sorrento.....	54
Tabla 3. Relación de maquinaria y equipos .....	56

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Organigrama Herrera & Herrera Ingenieros s.a.s .....	19
<i>Figura 2.</i> Fases de un proyecto de ingeniería .....	21
<i>Figura 3.</i> Impacto de las Decisiones del Gerente en la Etapa de Desarrollo del Proyecto.....	22
<i>Figura 4.</i> Diagrama de Barras.....	24
<i>Figura 5. Diagrama de Nodos</i> .....	25
<i>Figura 6.</i> Diagrama de Flechas .....	26
<i>Figura 7.</i> Nivel de Detalle de la Programación de un Proyecto .....	27
<i>Figura 8</i> Análisis de precio unitario .....	32
<i>Figura 9.</i> Programación de Obra en Microsoft Project.....	34
<i>Figura 10.</i> Construcción de La Estructura Convencional Etapa 1 y 2 Obra Sorrento .....	42
<i>Figura 11.</i> Programación General de Obra.....	43
<i>Figura 12.</i> Programación Parcial de Obra .....	44
<i>Figura 13</i> Memoria Cálculo del Volumen de Concreto a Utilizar Tanque .....	45
<i>Figura 14.</i> Formato Programación de Concreto .....	46
<i>Figura 15.</i> Interfaz Programa DL-NET.....	47
<i>Figura 16.</i> Informe de Despacho Acero de Refuerzo.....	48

<i>Figura 17</i> . Plano magnético en programa AutoCAD .....	58
<i>Figura 18</i> Cuadro de cantidades de obra a Ejecutar .....	59
<i>Figura 19</i> . Pañete de taludes y Delimitación del Área Excavada.....	60
<i>Figura 20</i> Excavación mecánica.....	61
<i>Figura 21</i> . Excavación Manual de Vigas y Dados de Cimentación .....	62
<i>Figura 22</i> . Comparación Cabeza de Pilote y Detalle Estructural.....	64
<i>Figura 23</i> . Amarre de Acero de Refuerzo Para Vigas y Dados de Cimentación.....	65
<i>Figura 24</i> Amarre de acero de refuerzo de Columnas y Pantallas.....	67
<i>Figura 25</i> . Encofrado Columnas y Pantallas Edificio Sorrento .....	68
<i>Figura 26</i> . Vaciado de concreto hidráulico para columnas y pantallas .....	69
<i>Figura 27</i> . Armado de Placa de entrepiso.....	70
<i>Figura 28</i> . Fundida Placa de Entrepiso.....	71
<i>Figura 29</i> . Armado y Fundida de la Escalera de Acceso.....	73
<i>Figura 30</i> . Estructura Edificio Sorrento .....	74

## 1. INTRODUCCIÓN

HERRERA Y HERRERA INGENIEROS S.A.S construcción de obras de ingeniería civil con razón social en la ciudad de Bogotá Colombia, creada en el año 2012, es una empresa constructora y contratista en el ámbito privado, dedicada a la construcción de obras de ingeniería civil en general, siendo su especialidad la construcción de estructuras para edificios entre los que se destaca la construcción de polideportivos, reforzamientos estructurales, edificios de uso residencial y comercial. La empresa actualmente diseña y construye sus propios proyectos de vivienda para uso residencial en la ciudad de Bogotá.

Esta empresa cuenta con un equipo muy completo para la ejecución de las estructuras de concreto armado lo cual permite garantizar una óptima calidad de obra a satisfacción de los clientes. Dentro de su equipo de trabajo hace parte gerente y subgerente, personal administrativo, un ingeniero residente de obra, un profesional de seguridad industrial y empresas Subcontratistas de suministro de mano de obra civil y de suministro de material de Icopor, incluyendo la mano de obra para la instalación del aligeramiento de placas de entrepiso.

Con el fin de que la empresa continúe ejecutando sus proyectos con alto grado de calidad es importante implementar métodos de control y supervisión con el objetivo de que exista la mejora continua en las buenas prácticas de la construcción para este caso la estructura de los edificios de la obra Sorrento.

Este documento contiene evidencia de la buena práctica de la ingeniería en la correcta construcción de obra civil acorde a las especificaciones técnicas y estándares de calidad, para este caso la construcción de la estructura convencional de los Edificios Sorrento. Muestra la los

procesos constructivos llevados a cabo, implementación de formatos, control de materiales y equipo, seguimiento y control a las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto para lo cual se anexará un registro fotográfico de avance y ejecución de obra en busca de mejorar y entregar un proyecto de alta calidad. (Aburto, 2016, p 16)

## 2. RESUMEN

Se hace necesario como futuros Ingenieros de la universidad Antonio Nariño contar con un espacio que permita interactuar con el entorno, donde se pueda poner en práctica el desarrollo del conocimiento adquirido durante los procesos de formación y que este sirva como un aporte a la mejora continua de la ciudad. De tal manera con esta práctica se busca prestar los servicios de auxiliar de ingeniería para la empresa Herrera y Herrera Ingenieros con el fin de colaborar en la planificación y control de calidad del edificio de uso residencial que actualmente se encuentra en ejecución en la ciudad de Bogotá.

El propósito principal es mejorar aspectos técnicos y económicos que aporten al desarrollo continuo de la empresa y por ende se beneficiara los residentes dueños de los inmuebles al contar con una obra digna construida con excelentes estándares de calidad, ya que el ofrecimiento de la vivienda en edificios o conjunto residenciales son una forma efectiva de mejorar la calidad de vida ofreciendo espacios mejor diseñados y buscando que las personas pueden satisfacer sus necesidades materiales, sociales y económicas.

## **ABSTRACT**

As future Engineers of the Antonio Nariño University, it is necessary to have a space that allows interaction with the environment, where the development of the knowledge acquired during the training processes can be put into practice and that this serves as a contribution to the continuous improvement of the city. In this way, this practice seeks to provide the services of engineering assistant for the company Herrera and Herrera Ingenieros in order to collaborate in the planning and quality control of the residential building that is currently underway in the city of Bogotá. .

The main purpose is to improve technical and economic aspects that contribute to the continuous development of the company and therefore residents of property owners will benefit from having a decent work built with excellent quality standards, since the offer of housing in buildings or residential complexes are an effective way to improve the quality of life by offering better designed spaces and seeking that people can satisfy their material, social and economic needs.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Brindar apoyo técnico como auxiliar de Ingeniería a la empresa Herrera y Herrera Ingenieros S.A.S durante el desarrollo o ejecución de los procesos constructivos del proyecto Sorrento en la ciudad de Bogotá.

##### **3.1.1. Objetivos Específicos**

- Efectuar el acompañamiento en la correcta ejecución de la estructura del proyecto de acuerdo a las especificaciones técnicas y lo estipulado en los planos
- Programar y controlar cada una de las actividades a ejecutar en la construcción del proyecto Sorrento
- Implementar un seguimiento a los procesos constructivos empleados para cada una de las actividades a ejecutar durante la construcción la Obra
- Calcular cantidades de obra requeridas en cada una de las etapas o tareas específicas y material necesarios para la construcción de la estructura
- Solicitar los equipos, materiales y recursos humanos necesarios para el buen avance del proyecto

## **4. Marco Conceptual**

### **4.1. Misión**

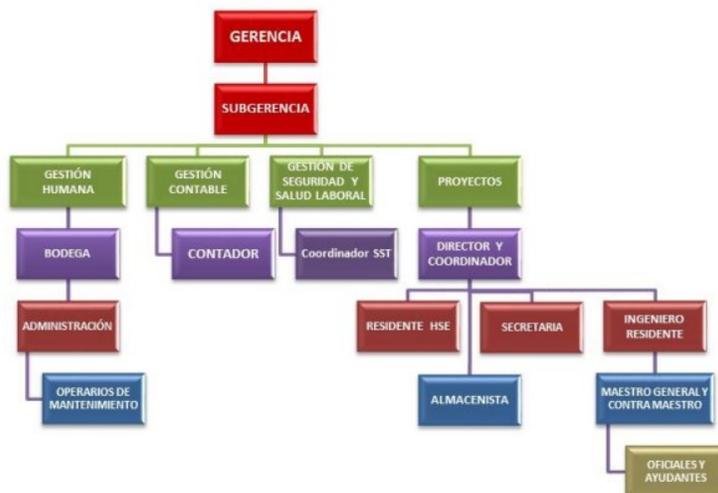
Somos una empresa dedicada a la realización de proyectos a nivel de obra civil tanto en su parte de ingeniería como de arquitectura, focalizando todos nuestros esfuerzos a la satisfacción de nuestros clientes, siempre atendiendo sus necesidades y requisitos con altos estándares de calidad. La generación de mejores oportunidades laborales y la competencia de nuestro recurso humano son parte de nuestros objetivos. (Herrera y Herrera Ingenieros s.a.s, 2017)

### **4.2. Visión**

Para el 2022, llegaremos a ser una empresa de gran reconocimiento a nivel nacional, con desarrollo de proyectos, habiendo alcanzando los más altos estándares de calidad que requieran nuestros clientes, mediante procesos efectivos de mejoramiento constante, continuo y éxito sostenido. (Herrera & Herrera Ingenieros s.a.s, 2017)

### **4.3. Organigrama Herrera & Herrera Ingenieros**

La empresa Herrera & Herrera ingenieros es una empresa bien organizada y cuenta con un equipo de trabajo muy completo para el desarrollo de sus proyectos como se muestra a continuación en la Figura No 1.



*Figura 1.* Organigrama Herrera & Herrera Ingenieros s.a.s  
Fuente: (Herrera & Herrera Ingenieros s.a.s, 2017)

#### 4.4. Proyecto de Ingeniería

Los proyectos de ingeniería se pueden definir como un esfuerzo temporal para dar solución a una necesidad mediante la asignación de recursos, reunidos en una organización temporal, emprendidos para crear un producto único, es decir los proyectos no se repiten y se desarrollan en un plazo determinado a partir de estudios, análisis y evaluación de impactos de cualquier tipo. Son ejecutados mediante la planificación, seguimiento y control, con el fin de cumplir las especificaciones inicialmente pactadas, para lo cual se debe aplicar diferentes metodologías en busca de dar soluciones a las problemáticas ya sea de tipo técnico, económico o financiero que se puedan presentar durante la trayectoria de desarrollo y así permitir entregar un producto dentro de un lapso de tiempo determinado.

Generalmente el alcance de un proyecto está enmarcado por tres variables a tener en cuenta en todo momento: el tiempo (programación), este se refiere a las fechas establecidas para hacer

entrega de cada una de las actividades y entrega total; el costo, indica el manejo óptimo de recursos durante el proceso de ejecución, y la calidad, que se refiere a satisfacer por medio de los diseños las necesidades del cliente, de esta manera se busca alcanzar los objetivos en el desarrollo del proyecto. (García et al., 2013, p 16 )

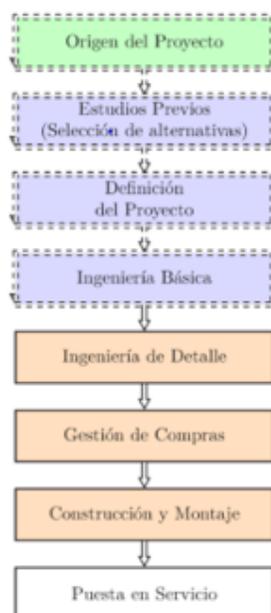
En la ingeniería se identifican tres fases para la gestión de proyectos y que a su vez incluyen diferentes etapas. De acuerdo al tamaño y la complejidad del proyecto se define las etapas que lo componen y la documentación a entregar. Dentro de las fases de un proyecto de construcción encontramos:

Fase pre-inversión: Corresponde a la fase de planificación del proyecto donde se efectúan estudios para determinar su factibilidad y viabilidad, con el fin de identificar, evaluar y seleccionar el proyecto permitiendo satisfacer la necesidad o solucionar el problema y se le asocia las siguientes ingenierías: Ingeniería de Perfil, Ingeniería Conceptual e Ingeniería Básica.

Fase de inversión: Es la fase en que, se planifica la ejecución y el diseño definitivo una vez tomada la decisión de invertir, se procede a desarrollar la ingeniería de detalle, a partir de los entregables necesarios listos para construir, las adquisiciones de los equipos de operación, la construcción y montaje de la obra.

Fase operacional: Corresponde la fase de puesta en marcha de la operación o producción y uso del edificio. (Aburto ,2016, p4)

En la siguiente Figura No 2, podemos ver las principales fases de un proyecto de ingeniería.



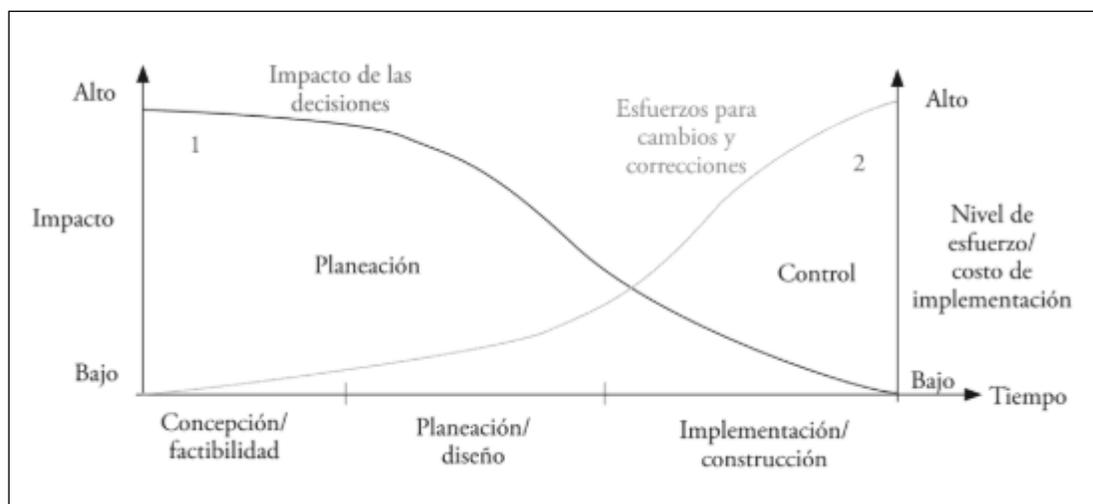
*Figura 2.* Fases de un proyecto de ingeniería  
Fuente: Adaptado de (González Marcos et al., 2014, p 288)

#### 4.5. Gerente de Proyectos

Se define como el responsable de llevar el proyecto desde sus etapas iniciales a un desarrollo exitoso con la aplicación de conocimientos, habilidades y herramientas. Sus principales funciones son las de integrar todos los elementos que componen el proyecto, a partir de la asignación de recursos y el control para lograr el objetivo dado en un tiempo determinado.

Según García et al., (2013) “Dentro de sus principales funciones de la gerencia de proyectos consisten en dirigir el dimensionamiento, la planeación, la ejecución y el control del proyecto en cinco áreas fundamentales: administrativa, técnica, financiera, legal y comercial.” (p. 5)

A continuación, Figura No 3, se observa dos curvas que muestra el impacto que tiene el Gerente y los actores en las fases de implementación de un proyecto (factibilidad, planeación y control) en referencia al tiempo desde el inicio hasta la etapa de culminación.



*Figura 3.* Impacto de las Decisiones del Gerente en la Etapa de Desarrollo del Proyecto  
Fuente: Adaptado de García et al., (2013), Barrie & Paulson (1992).

#### 4.6. Planificación del Proyecto

La planificación corresponde a el esfuerzo temporal que se hace en busca de concretar y satisfacer de manera acertada los objetivos de calidad, costos, tiempo y rendimiento técnico, siendo el Gerente de proyectos quien se encargara de la implementación de metodologías que permita crear estrategias bajo la incertidumbre en busca de dar respuesta a como se va a desarrollar el proyecto.

La planificación se implementará por diferentes fases que permitan identificar qué trabajos y en qué orden se van a llevar a cabo sus unidades de trabajo, sus entregables, sus actividades, etc.

Por medio de la programación se define cuándo se van a ejecutar los trabajos, metas, las fechas e hitos.

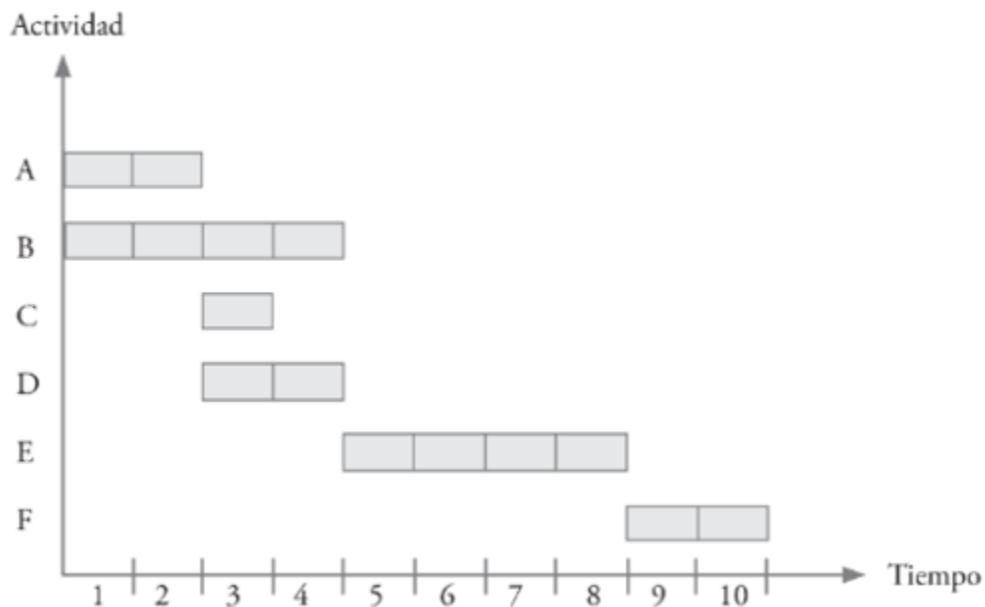
Finalmente, se crea, un modelo del proyecto mediante su programación. Ese modelo no solamente es útil dentro de la etapa de la planeación, o de sus partes, sino que es la herramienta técnica con la que el gerente controla la ejecución de los tiempos del mismo. (García Reyes, 2013, p. 101)

La planificación cuenta con las siguientes etapas:

- Identificación del problema
- Planeación
- Ejecución
- Control y seguimiento

Generalmente se dispone de dos herramientas de programación comúnmente usadas en la práctica de desarrollo de proyectos conocidas como el diagrama de barras (también conocida como el diagrama de Gantt), y los métodos de redes dentro de los cuales lo más usado en la construcción Microsoft Project, primavera y Excel.(Hernández Sánchez, 2000)

A continuación, se muestra el diagrama de barras Figura 4, como una de las herramientas más usadas y a la vez más sencillas, consiste en su escala horizontal que representa el tiempo y una vertical que representa las unidades de trabajo o actividades.



*Figura 4.* Diagrama de Barras  
Fuente: García Reyes, J. (2013). Gerencia de proyectos

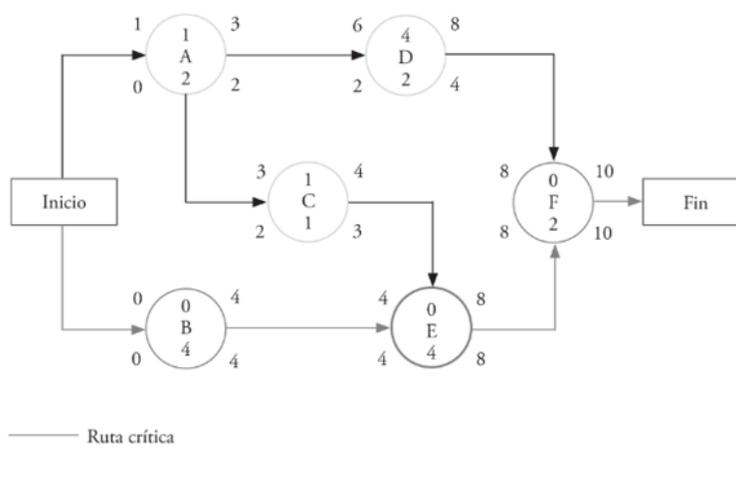
#### 4.6.1. Método de redes (CPM y PERT)

Permite tener relaciones de precedencia y dependencia de las actividades a desarrollar, el modelo del proyecto se constituye por medio de una red en las que las actividades son representadas mediante partes de la red (nodos o flechas) y las interrelaciones de dependencias por medio de conexiones. Dentro de la información que brindan, son de mucha utilidad en relación a los tiempos de ejecución de cada actividad las siguientes:

- Fecha de iniciación y terminación de actividades
- Fecha de terminación del proyecto
- Holgura total y libre de cada actividad: Tiempo que una actividad puede demorarse sin afectar la terminación del proyecto

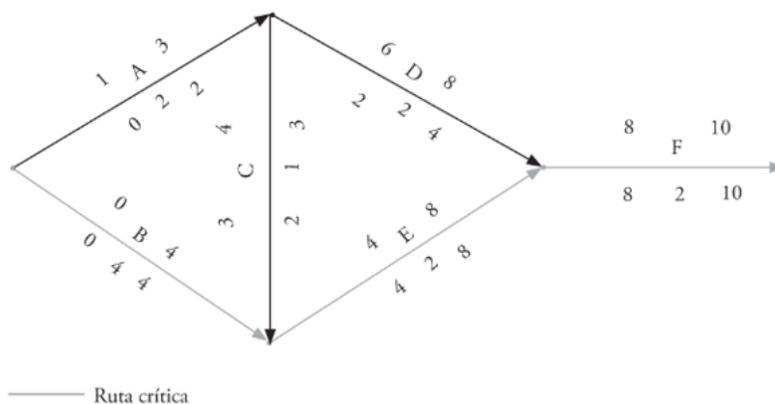
- Actividades críticas y ruta crítica: Actividades que tienen holgura igual a cero, pueden presentar o afectar los tiempos de entrega final del proyecto en el mismo lapso que estas se atrasen. La secuencia lógica de actividades consecutivas desde el inicio de un proyecto hasta el final recibe el nombre de ruta crítica. (Torres Hernández & Torres Martínez, 2014)

Con estas herramientas el Gerente dispone de una excelente aplicación que le permite llevar a cabo la gerencia de tiempos del proyecto según las Figuras No 5 y 6 que se muestran a continuación .



*Figura 5.* Diagrama de Nodos

Fuente: Adaptado de García Reyes, J. (2013). Gerencia de proyectos



*Figura 6.* Diagrama de Flechas

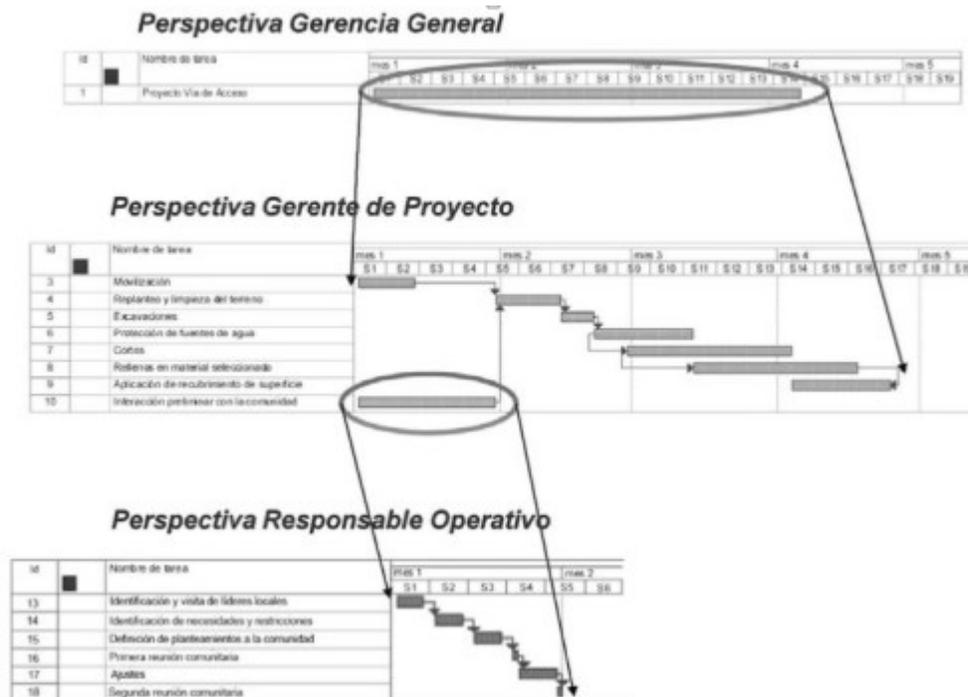
Fuente: Adaptado de García Reyes, J. (2013). Gerencia de proyectos.

#### 4.6.2. Programación de Detalle.

Se debe desarrollar una programación para el proyecto total y otra más detallada según se requiera, teniendo en cuenta que sea una herramienta útil para la programación en las actividades a ejecutar y control de los proyectos

Las programaciones generalmente están divididas en tres etapas de detalle cómo se describen a continuación:

- Gerencia general: Información de desempeño global.
- Gerente de proyectos: información para el responsable del desarrollo del proyecto
- Nivel técnico: Información detallada para los responsables de llevar a cabo la ejecución del proyecto o entrega de actividades en sus diferentes fases.



*Figura 7.* Nivel de Detalle de la Programaci3n de un Proyecto  
Fuente: Adaptado de Garc3a Reyes, J. (2013). Gerencia de proyectos.

#### 4.7. Proyecto de Construcci3n de un Edificio

Comprende un conjunto de actividades y esfuerzos temporales para logra el resultado 3nico, a partir de un conjunto de entregables se inicia las distintas etapas de ejecuci3n, como lo son la estructura, la arquitectura e instalaciones el3ctricas y de redes, y zonas comunes entre otros, bajo la eficacia ejecutora es decir capacidad de lograr los resultados y eficiencia de manejo 3ptimo de los recursos necesarios se permite que se lleve a cabo la construcci3n del edificio.

Un proyecto de construcci3n se desarrolla bajo varias consideraciones a tener en cuenta como son la incertidumbre sobre los resultados y a su vez presenta limitaciones reflejadas en el alcance

del proyecto, tiempo, costos y calidad. Generalmente involucran cinco procesos: el administrativo, técnico, financiero, legal y comercial.

El documento hace énfasis en la parte técnica que se desarrolla dentro de las fases del proyecto, la coordinación de las especificaciones de calidad (diseños), coordinación de costos y recursos (presupuesto), tiempos de ejecución (programación) y cumplimiento de la reglamentación.

Otros autores afirman lo siguiente:

Los proyectos son procesos en los que se desarrollan las ideas para satisfacer las necesidades expuestas por el cliente, aplicando tanto los conocimientos y las habilidades, como las herramientas y las técnicas adecuadas a dar respuesta a las exigencias detectadas. Más específicamente, un proyecto de construcción es la elaboración de todos los planos, memorias y cálculos necesarios para realizar la obra. (Pecoraio, S. 2017 p. 18).

#### **4.8. Etapas y Fases de un Proyecto de Construcción de Edificios**

El inicio de un proyecto de construcción está comprendido por ideas, documentos, planos, permisos, presupuestos y fases que darán forma al proyecto. Dentro de las principales a considerar encontramos:

##### **4.8.3. *Idea del proyecto***

Conceptualiza el problema identificando la necesidad, principalmente esta idea será confeccionada por lo ingenieros Civiles o Arquitectos de una constructora quienes determinan el primer rumbo y tipo del proyecto.

#### **4.8.4. Estudio Previo**

Se debe llevar una serie de estudios y análisis para determinar si el proyecto es técnica y económicamente viable, incluyen análisis del suelo donde será ejecutado, se buscan fuentes de financiamiento, análisis de presupuesto, identificación de los beneficios que traerá a las personas y a la ciudad. Se busca la definición de los objetivos que sea técnicamente posibles y una formulación básica.

#### **4.8.5. Anteproyecto**

Se busca encaminar la construcción final por medio de diferentes propuestas, estudiar más a detalle el estado del terreno, posibles complicaciones que este pueda presentar, establecer un presupuesto más definido con estimación del costo total, formulación de plantas, dimensionamiento de espacios a partir de un diseño de ingeniería que incluya elevaciones y secciones típicas del proyecto. Una vez reunida esta documentación se presenta al departamento encargado de la dirección de obras para dar inicio a la solicitud de licencias de edificación y finalmente se presenta una propuesta administrativa y organizacional del personal que llevara a cabo el desarrollo del proyecto. Se puede decir que forma parte de la etapa de Ingeniería Básica.

#### **4.8.6. Diseño Final**

Podemos relacionar esta fase con la ingeniería de detalle, es la realización del proyecto básico para la cual se hace la formulación definitiva del proyecto. Se incluye los planos generales con sus respectivos detalles, creación de plantas definidas, alzado y especificaciones técnicas. Se tiene mayor precisión para determinar el plazo y costo del proyecto a partir de un presupuesto estimado.

Además, esta fase servirá para obtener la licencia de obra y el visado de la entidad correspondiente para iniciarlas. Para ello, se tienen en cuenta los aspectos técnicos, económicos y constructivos del proyecto, por ejemplo, detalles constructivos, elementos estructurales, etc. (Pecoraio, S. 2017)

#### **4.9. Permisos y Licencia de Construcción**

Una vez se cuente con toda la documentación requerida y antes de hacer entrega del proyecto a una empresa constructora para dar inicio a la ejecución del proyecto, se hace necesario radicar toda la documentación ante un ente territorial encargado para este caso la curadurías urbanas o secretarías de planeación con el fin de dar trámite a la respectiva licencia de construcción que a su vez se encargara de realizar la respectiva verificación y evaluación de todos los planos y documentos legales, teniendo en cuenta factores como el terreno, linderos y posibles afectaciones al entorno, siendo de esta manera que se otorgara el permiso para dar inicio a la etapa de ejecución de la obra.

La finalidad es verificar los cambios de la solicitud de la licencia a lo que establece la normativa urbanística, generalmente la concesión que administra esto tramites requiere de que se realicen modificaciones y aclaraciones y a su vez el respectivo pago de una tasa municipal correspondiente sobre el área de incidencia del proyecto.(González Marcos et al., 2014)

#### **4.10. Costos y Presupuesto**

Debe desarrollarse un presupuesto o presupuestos dentro del proceso técnico que se esté ejecutando según la fase el cual va a servir como herramienta durante el desarrollo del proyecto,

este puede considerarse como una meta o predicción de lo que se va hacer para el cual se toman decisiones de ejecutar el proyecto.

Es importante que el presupuesto tenga en cuenta todas las actividades incluidas en el alcance del proyecto, a partir de cada uno de los presupuestos individuales para cada capítulo. Es decir, el presupuesto de obra es la suma total de los costos del proyecto.

Para un proyecto de edificación el presupuesto de construcción generalmente es solo una parte del total del proyecto, que aproximadamente llega a un 50% del presupuesto total inicialmente proyectado.

#### **4.10.7. Costos Directos de Construcción**

Cuando hablamos de costos directos nos referimos a la cantidad de recursos que hacen parte de una actividad y la elaboración del proyecto en general. Son todos aquellos gastos relacionados con la obra de construcción que pueden cuantificarse en los análisis de precios unitarios (APU) y el presupuesto de obra. En general se puede decir que son la suma de los costos de materiales, mano de obra equipos y herramientas requeridas para la ejecución del proyecto como se puede ver los siguientes:

- Lote
- Materiales e insumos
- Mano de obra
- Equipo y herramientas
- Créditos de construcción

**Análisis de Precio Unitario:** Son el costo de cada una de las actividades que hace parte del proyecto, está compuesto principalmente por la descripción de la actividad que se va a desarrollar,



ejecución de la obra mientras que los costos generales variables corresponden a los gastos generales directos y dependen del plazo de la obra, como ejemplo encontramos el costo del personal, la oficina técnica en obra y los aportes a la oficina central. (Edificad, 2018. 8m50s)

**A.I.U.** El concepto A.I.U por sus siglas hace referencia a la (administración, imprevistos y utilidad), es un término muy utilizado en contratos de construcción, brinda seguridad al contratista ya que permite proyectar los gastos en que se incurrirá en un contrato en relación a la ejecución, de tal forma que es la entidad que contrata la responsable de brindar la información acorde a lo establecido en las normas legales vigentes y en los términos de referencia del contrato. Arboleda et al. ( 2004)

#### **4.11. Cronograma de Obra Civil**

En el cronograma de obra civil generalmente se presenta una interfaz gráfica por medio de los programas de Microsoft Project, Primavera o Excel, donde se realiza la descripción y estructuración de cada una de las actividades que forman parte del proyecto a ejecutar , una vez se desglosan estas actividades se asignan los tiempos de inicio y fin de cada actividad y posteriormente se realiza la respectiva unión entre las mismas teniendo en cuenta una secuencia lógica en la que el Gerente o proyectista plasma la experiencia en la planificación de proyectos. En la figura 9 se puede ver a manera de ejemplo el orden cronológico que se establece en una programación de obra por medio de la herramienta Microsoft Project.(CityIngenieria, 2013)

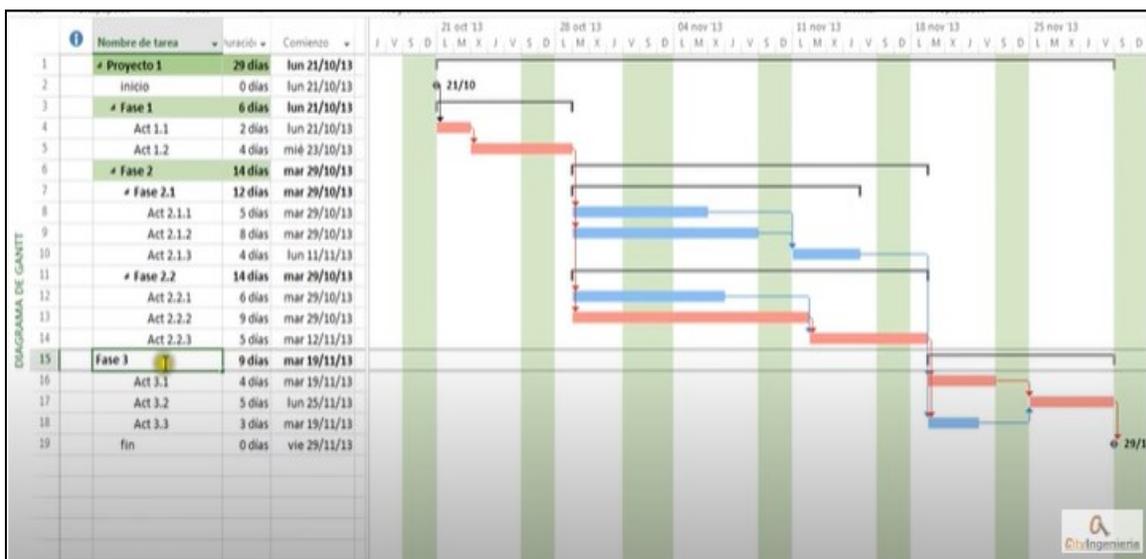


Figura 9. Programación de Obra en Microsoft Project

Fuente: Elaboración propia

## 4.12. Gestión de Compras y Contratación

### 4.12.9. Gestión de Compras.

La gestión de compras la integra un conjunto de operaciones necesarias para adquirir y suministrar los materiales, maquinaria y equipos que se utilizaran durante el desarrollo de la obra, garantizando el abastecimiento de las cantidades requeridas en relación al tiempo, calidad y el precio.

Generalmente estos materiales corresponden al cumplimiento de las especificaciones técnicas definidas en la etapa de ingeniería de detalle, lo ideal es encontrar un balance que se adapte al mejor precio respecto a la calidad de la obra y cumplimiento en términos de tiempo con la programación general del proyecto.

La gestión de compras se realiza mediante la asignación de un grupo, departamento o división designada por la empresa para llevar a cabo estas operaciones con el fin de desarrollar las funciones básicas de compras, activación (cumplimiento de las fechas), inspección, y transporte de materiales y equipos necesarios. (González Marcos et al., 2014, p 3)

#### **4.12.10. Contrato de Construcción de Obra Civil**

Un contrato de construcción de obra es un documento donde se realiza un acuerdo entre dos partes, uno llamado el CONTRATANTE (espera recibir un trabajo) y el otro llamado el CONTRATISTA (recibe una contraprestación económica), expresa por escrito y suscrita por las partes involucradas, que a su vez poseen carácter legal, estableciendo los lineamientos y condiciones que las partes se responsabilizan a cumplir.

Las partes de un contrato se expresan a continuación:

- Objeto
- Fecha de inicio
- Fecha de entrega
- Valor del contrato
- Presupuesto
- Remuneración
- Duración.
- Incumplimiento .
- Pactos tipo: Jurisdicción y buena fe.
- Garantías
- Productos de diseño (Diseño y especificaciones de todas las especialidades).
- Otros.

#### **4.13. Estructuras de concreto armado**

Son empleadas en la construcción de edificios, conjuntos residenciales y de más edificaciones de rápida construcción, muy económicas, con el fin de ahorrar costos en materiales, personal, equipos y tiempos de finalización. Por otro lado, técnicamente son la combinación del concreto y el acero de refuerzo para formar un material combinado e indivisible llamado hormigón reforzado.

##### **4.13.11. Tipos de Estructuras**

Según la distribución de los elementos existen dos tipos de estructuras las cuales se denominan isostáticas e hiperestáticas.

**Isostáticas.** Son aquellas que entre la unión de sus elementos no tiene ninguna rigidez, como por ejemplo el caso de una viga que se encuentre apoyada con puntos de conexión demasiado bajo o nulos en cuanto a rigidez o unión se refiere. Una estructura de este tipo cuando un elemento simplemente apoyado se deforma no es transmitida al resto de elementos ya que no están unidas rigidamente por tal razón no conservan sus ángulos de deformación, si ocurriese la falla de un elemento podría generarse un colapso en serie total o parcialmente.

**Hiperestáticas.** Estas estructuras están unidas entre si presentando una rigidez integra entre la unión de sus elementos, si llegase a existir la deformación de un elemento seria transmitida al resto de la estructura ya que cuenta con la unión de los mismos por medio del empotramiento haciendo que las cargas sean reabsorbidas por el resto de la estructura.

#### **4.14. Sistemas Estructurales.**

Se reconocen cuatro sistemas estructurales de resistencia sísmica para edificaciones en concreto, entre los cuales encontramos los sistemas de muro de carga, sistemas de pórticos, sistema combinado y sistema dual.

##### **4.14.12. Sistemas de Pórticos**

Está conformado por elementos horizontales denominados vigas y verticales llamados columnas o pilares los cuales forman los pórticos, cuentan con la capacidad de repartir las fuerzas horizontales y cargas verticales para ser transmitidas hacia el terreno de manera puntual.

#### **4.15. Componentes de un sistema estructural**

Los componentes de un sistema estructuras los define las cargas aplicadas (carga muerta y carga viva), cuerpo estructural y apoyos.

##### **4.15.13. Carga muerta**

Se define como el peso propio de la estructura, es decir el peso de cada uno de los elementos que conforma el cuerpo estructural.

##### **4.15.14. Carga viva**

Se entiende como el peso de los usuarios y cargas móviles, en este caso elementos que se van a instalar sobre la estructura.

#### **4.15.15. Cargas Accidentales**

Son aquellas fuerzas generadas por factores externos a la estructura entre las cuales se destacan las fuerzas generadas por el viento y los sismos.

#### **4.16. Planos**

Los planos en la construcción de edificios se definen como una expresión gráfica donde se plasma el diseño formal o informal con información básica para la construcción del proyecto de forma general y estos deben ser iguales a los utilizados en la construcción de la obra y por lo general siempre debe permanecer una copia en el archivo de la curaduría.

#### **4.16.16. Planos estructurales**

Los planos estructurales se definen como una interpretación grafica de cada uno de los elementos estructurales que integran un edificio, estos son la guía principal y esencial para la construcción siguiendo a detalle una serie de normas y especificaciones estipuladas por un Ingeniero civil calculista y con facultades para tal fin. Estos planos deben contener dentro de su estructura como mínimo la siguiente información

- Especificaciones de los materiales.
- Localización de cada uno de los elementos estructurales ( columnas, vigas, pantallas y losas)
- Cuidados que se deben tener en cuenta.
- Tipo de conexiones entre los elementos estructurales y empalmes.
- Grado de capacidad de disipación de la energía.

- Cargas vivas y acabados contemplados en los cálculos.
- Tipo de uso residencial para el cual fue diseñada la estructura (Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, 2010, pp 21-22)

## 5. Metodología

A continuación, se describe los pasos que se llevarán a cabo mediante los cuales se pretende desarrollar este proyecto de pasantía universitaria a lo largo del semestre.

**Primera Etapa.** Análisis y recopilación de la información obtenida de parte de la empresa Herrera y Herrera ingenieros.

- Revisión del material bibliográfico en referencias a la construcción de estructuras convencionales en concreto.
- Identificación de los procesos y procedimientos de la empresa Herrera y Herrera en la ejecución de sus proyectos
- Visita de campo donde se ejecuta el proyecto
- Lectura de planos y especificaciones técnicas
- Reconocimiento del personal que integra la empresa y la logística empleada por la misma
- Estudio de los métodos constructivos llevados a cabo por la empresa Herrera y Herrera Ingenieros

**Segunda Etapa.** Preparación de la documentación

- Definición y planificación de cada una de las actividades a desarrollar
- Cuantificación de unidades de obra a ejecutar
- Implementación de la programación general de obra con la ayuda de la tabla dinámica de Excel

- Realización de formatos para el registro y control de los materiales, herramientas y equipo necesarios para la construcción del proyecto

**Tercera Etapa.** Se inicia implementación de los documentos; técnicas y procedimientos necesarios para la construcción del proyecto

- Seguimiento, verificación y control de obra
- Registro de la información obtenida
- Entrega de actividades programadas.
- Participación de comités de obra
- Identificación y corrección de problemáticas presentadas durante el desarrollo del proyecto
- Elaboración y presentación de los resultados obtenidos en el documento final.

## 6. Resultados

### 6.1. Ejecución del Proyecto de la Estructura Sorrento

La estructura del proyecto de la obra Sorrento que se está adelantando en la ciudad de Bogotá por parte de la empresa Herrera & Herrera Ingenieros, bajo un contrato directo con la Constructora Master Building S.A.S, y que tiene por objeto, el suministro de mano de obra, equipos y herramientas necesarias para la ejecución de la estructura mediante un sistema convencional combinado de pórticos y compuesto por siete Edificios distribuidos en cuatro fases.

Actualmente, se adelanta la ejecución de la estructura en concreto armado para las etapas 1 y 2, correspondiente a la construcción de dos Edificios; estos están integrados por un Sótano, Once pisos, cubierta y un tanque profundo con capacidad de 450 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua potable y redes contraincendios. A continuación, en la Figura No 10, se aprecia la fachada principal de los Edificios a construir.



*Figura 10.* Construcción de La Estructura Convencional Etapa 1 y 2 Obra Sorrento  
Fuente: Herrera y Herrera Ingenieros, 2020. Planos Arquitectónicos proyecto Sorrento  
*Nota:* En la fotografía se muestra fachada principal Arquitectónica etapas 1 y 2 del proyecto Sorrento

## 6.2. Programa de obra

Inicialmente se presentó una programación general para la ejecución de la primera y segunda etapa del proyecto donde se incluyen todas las actividades a desarrollar durante la construcción de la estructura como se muestra en la siguiente figura No 11, con ayuda de la tabla dinámica de Excel.

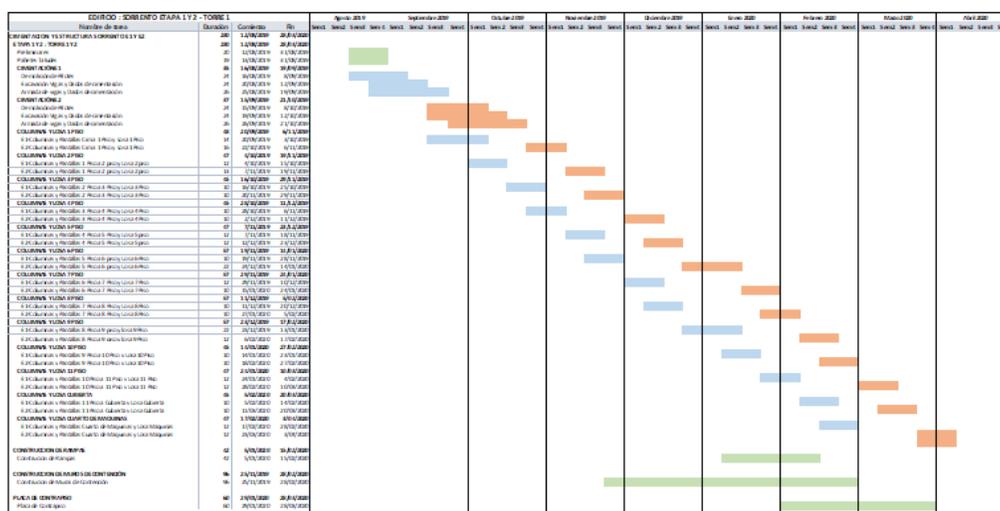


Figura 11. Programación General de Obra

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta programación de obra se incluye el orden cronológico de cada una de las actividades a ejecutar.

Una vez se dio inicio a la ejecución de la obra, fue necesario presentar a solicitud de la Dirección del proyecto Sorrento y la Interventoría, programaciones semanales proyectadas a quince días de la cantidad de obra a ejecutar y volúmenes de materiales a utilizar, como se puede observar en la siguiente Figura No 12.

PROGRAMA DE OBRAS				SEMANA DEL														
FORMATO PROGRAMAS				SEMANA del: 03/feb - 09/feb														
CLIENTE: MASTERBUILDING																		
OBRA: SORRETO																		
CONTRATISTA: HERRERA Y HERRERA INGENIEROS																		
ID	ACTIVIDAD	Plazo	Inicio	Fin	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	
					3-feb	4-feb	5-feb	6-feb	7-feb	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	
PROYECTO SORRETO																		
11	Etapa 1	27	jue, 30-ene	mié, 26-feb														
12	Excavación dados, Vigas y descobe pilotes	11	jue, 30-ene	lun, 10-feb	X	X	X	X	X									
17	Armado acero de refuerzo (Vigas, dados y Columnas)	11	mar, 04-feb	sáb, 15-feb	X	X	X	X	X									
112	Columnas solano a placa piso 1	1	mié, 29-ene	jue, 30-ene	X	X	X	X	X									
113	Columnas eje Q, P y O	1	mié, 29-ene	mié, 29-ene														
114	Pantallas escalera y ascensor	1	jue, 30-ene	jue, 30-ene														
116	Columnas eje N, Y y I	1	jue, 30-ene	jue, 30-ene														
116	Placa entripiso (piso 1 Etapa1)	11	vie, 31-ene	mar, 11-feb	X	X	X	X	X									
117	Armado de plataforma para placa entripiso	4	do, 08-feb	mar, 11-feb														
118	Armado de acero de refuerzo Vigas etapa 1	7	vie, 31-ene	jue, 06-feb	X	X	X	X	X									
119	Fundida placa de entripiso piso 8	1	vie, 03-feb	vie, 03-feb														
120	Placa entripiso (piso 2 Etapa1)	1	lun, 17-feb	mar, 18-feb														
121	Columnas eje Q, P y O	1	lun, 17-feb	lun, 17-feb														
122	Pantallas escalera y ascensor	1	mar, 18-feb	mar, 18-feb														
123	Columnas eje N, Y y I	1	mar, 18-feb	mar, 18-feb														
124	Placa entripiso (piso 3 Etapa1)	8	mar, 18-feb	mié, 26-feb														
125	Armado de plataforma para placa entripiso	4	mar, 18-feb	vie, 21-feb														
126	Armado de acero de refuerzo Vigas etapa 1	7	mié, 19-feb	mar, 25-feb														

Figura 12. Programación Parcial de Obra

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta imagen muestra la programación semanal de obra para el control de las actividades que se ejecutaron parcialmente.

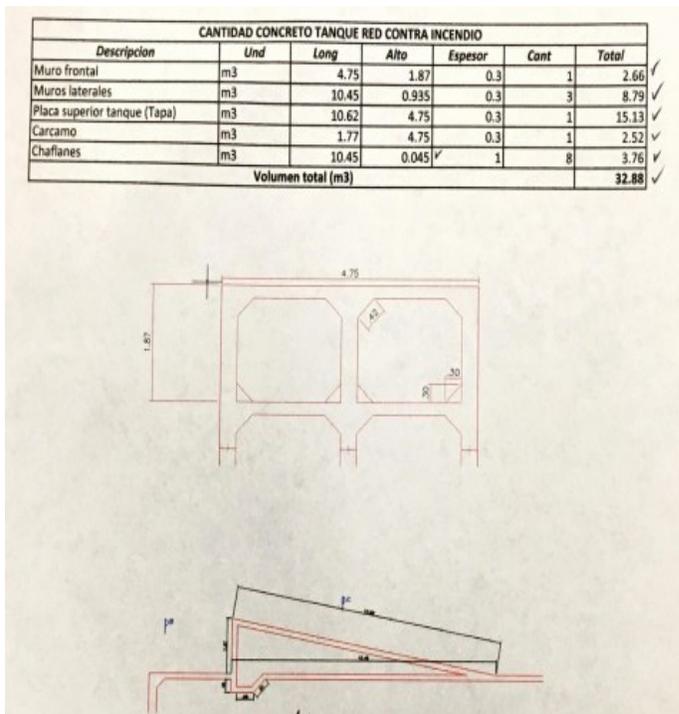
### 6.3. Pedido de materiales

Durante el desarrollo del proyecto fue necesario realizar las respectivas requisiciones de los insumos a utilizar para la ejecución de cada uno de los elementos que integran la estructura de la obra Sorrento, fue así que a solicitud de la Dirección de obra se presentaron pedidos de materiales de la siguiente manera:

#### 6.3.1. Hormigón o Concreto

Para la solicitud del Hormigón requerido a utilizar en cada uno de los elementos que componen la estructura del proyecto, se procedió a analizar los planos Estructurales, Arquitectónicos, Cortes, Plantas, Fachadas, Detalles, especificaciones técnicas y recomendaciones contenidas en los diseños, logrando así calcular el correcto volumen requerido para luego presentarlo a la Residencia de obra con el fin de tramitar la revisión y aprobación de las respectivas fundidas a realizar. (Rodríguez, F. 2004)

En la Figura 13 se puede ver el ejemplo de la implementación del procedimiento.



*Figura 13* Memoria Cálculo del Volumen de Concreto a Utilizar Tanque  
Fuente: Elaboración propia

Una vez tenida la revisión y aprobación por parte de la Residencia de la empresa Master Building S.A.S se procedió a realizar la programación del concreto a instalar en cada uno de los elementos a fundir como se puede ver en la siguiente Figura No 14.

CÓDIGO		VERSIÓN		FECHA		PÁG.								
10011		1		16/05/2019		1								
<b>FORMATO CONTROL PROGRAMACIÓN CONCRETO</b>														
OBRA: <u>SORRENTO ETAPA 1 - TORRE I Código: 6671430</u>				DIR: <u>CDA 23 A R II-42 SUR</u>		NIT: <u>830125095-5</u>								
SEMANA DEL 21 DE FEBRERO AL 01 DE MARZO DEL AÑO 2020				PROGRAMADOR: <u>Oscaz Escobar</u>		CARGO: <u>Asesor E.</u>								
DIA/FECHA	HORA	VOL m <sup>3</sup> (0.3)	RAVELL		TIPO DE MEZCLA		CONDICIONES ESPECIALES	SERVICIO DE BOMBA		RESISTENCIA		ELEMENTO A FUNDIR LOCALIZACIÓN	CONFIRMACIÓN	CÓDIGO PEDIDO Y RÓ CANCELACIÓN
			F	C	Concreto	Mortero		SI	NO	Resistencia a la compresión	Resistencia a la tracción			
viernes 22-02-2020	10:30 a.m.	7.0		X	X		Normal 6" 28 días		X	4000	280	Escalera piso 9 a 10 - Muro tanque		Descarga con torreguis
martes 25-02-2020	11:00 a.m.	70.0		X	X		Normal 6" 28 días Baja permeabilidad fibra incorporada		X	5000	350	Placa de Cubierta - Muro tanque		Descarga con bomba Frecuencia mínima 2 Carros de arriateo-Ajuste
viernes 27-02-2020	3:30 p.m.	7.0		X	X		Normal 6" 28 días		X	4000	280	Parilla Ascensor- muro tanque		Descarga con torreguis
viernes 29-02-2020	10:30 a.m.	7.0		X	X		Normal 6" 28 días		X	4000	280	Placa Ascensor - Muro tanque		Descarga con torreguis

*Figura 14.* Formato Programación de Concreto  
Fuente: (Master Building, 2020) Sistema Integrado de Gestión de Calidad

### 6.3.2. Pedido del Acero de Refuerzo

Como uno de los principales insumos más importantes para la correcta funcionalidad de la estructura del edificio, encontramos el acero de refuerzo de tal modo que para realizar estos pedidos es necesario prestar muchísima atención a la hora de realizar la interpretación de los planos, detalles, medidas y especificaciones técnicas. Con los planos impresos en tamaños recomendados y por medio del programa AutoCAD se procedió a dar inicio a la extracción de la información.

Para realizar los despieces del acero de refuerzo de cada uno de los elementos que integran la estructura fue necesario utilizar el Software DL-NET suministrado por la empresa Figuradora de Aceros Almansa.

**Descripción del Software DL-NET ALMASA.** Se identifica como uno de los programas utilizados para realizar despieces de acero figurado en la industria de la construcción, permitiendo organizar la información en grupos ya sea por capítulos, actividades y elementos. Una vez se tiene identificado los elementos estructurales a solicitar, se inicia con la digitalización del pedido, elemento por elemento, teniendo en cuenta el número de barras que lo integran, forma que contiene la barra, longitud de la barra, diámetro de cada uno del acero y así sucesivamente hasta lograr ingresar la totalidad de elementos requeridos.

Este programa presenta una interfaz gráfica muy útil y de fácil interpretación como se presenta a continuación en la Figura 15 .(Almasa, 2019)

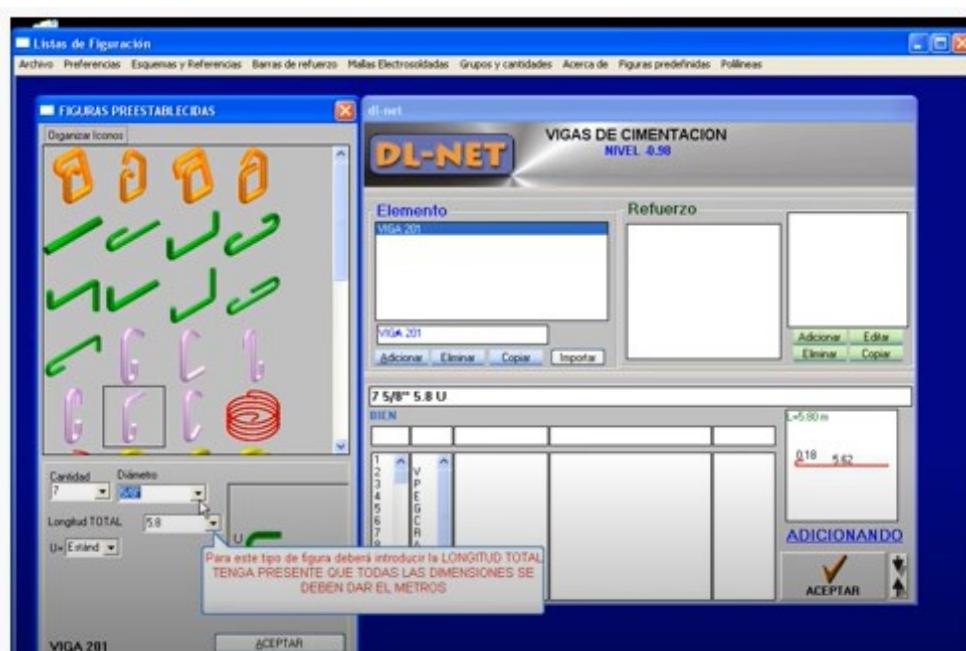


Figura 15. Interfaz Programa DL-NET  
Fuente: Imagen obtenida del programa DL-NET ALMASA 2020

A continuación, en la siguiente Figura No 16, se presenta a manera de ejemplo un informe generado por el programa DL-NET de la empresa Almasa, con el que se realizó la solicitud de los pedidos para cada uno de los elementos que forman parte de la estructura de la obra Sorrento.

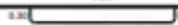
 LA EVOLUCIÓN DEL ACERO					
<b>SORRENTO</b> <b>050 Despiece tanque de Agua</b> <b>MASTER BUILDING</b> <b>LISTADO PARA DESPACHO</b>					PÁGINA: 2 de 9
DIAGRAMA	CANTIDAD	PRODUCTO	LONG. (m)	PESO	UBICACION
					[ 00 En Tapa tanque de agua ]
	50	Ø5	8.43	1,050.85	
	5	Ø5	8.21	521.90	[ 0 En Muro longitudinal del tanque interior ]
	25	Ø5	8.20	478.13	[ 20 En Tapa tanque de agua ]
	5	Ø5	7.21	526.78	[ 0 En Muro longitudinal del tanque interior ]
	5	Ø5	6.19	51.00	[ 0 En Muro longitudinal del tanque interior ]
	5	Ø5	6.27	76.54	[ 0 En Muro longitudinal del tanque interior ]
	300	Ø5	5.70	4,287.20	[ 200 En Tapa tanque de agua ] [ 00 En Muro lateral Occidental tanque exterior ] [ 100 En Tapa tanque exterior ]
					[ 20 En Muro lateral Occidental tanque exterior ]
	20	Ø5	4.00	200.10	
	5	Ø5	4.55	61.63	[ 0 En Muro longitudinal del tanque interior ]
	25	Ø5	3.90	219.38	[ 20 En Tapa tanque de agua ]

Figura 16. Informe de Despacho Acero de Refuerzo  
 Fuente: Tomado de un informe generado por DL-NET Almasa.

#### 6.4. Personal de Obra

El equipo de trabajo delegado por Herrera & Herrera Ingenieros para construir la estructura en la obra Sorrento lo integran el Gerente general, Director de Proyectos, Auxiliar de Ingeniería, Topógrafos, Inspector SISO, Maestro de obra, Oficiales y Ayudantes de construcción. A continuación, en la siguiente tabla se muestran cada una de las funciones a desempeñar según el cargo.

*Tabla 1. Funciones del Personal que Forma Parte de la Ejecución del Proyecto*

<b>PERSONAL</b>	<b>COORDINADOR DE PROYECTOS (DIRECTOR DE OBRA)</b>	<b>TOPÓGRAFO</b>	<b>AUXILIAR DE INGENIERÍA PASANTE</b>	<b>DE</b>
<b>FUNCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar clientes potenciales</li> <li>- Establecer contactos comerciales con el cliente</li> <li>- Determinar los requisitos del cliente o asignar una persona responsable</li> <li>- Verificar los requisitos del cliente cuando se presenten licitaciones.</li> <li>- Realizar visitas de obra cuando sean requeridas</li> <li>- Elaborar las propuestas al cliente</li> <li>- Hacer seguimiento a las propuestas presentadas al cliente</li> <li>- Asistir a las reuniones aclaratorias de las ofertas presentadas cuando sea necesario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante equipos de precisión llevar el control de alineamientos, niveles.</li> <li>- Llevar las cantidades de obra de movimiento de tierra y excavaciones</li> <li>- Levantamiento topográfico inicia de terrenos y ejecutar levantamientos de secciones de construcción.</li> <li>- Chequear las cotas y niveles del proyecto comparándolas con las dimensiones establecidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De primer orden fui el encargado de canalizar y dar soluciones a las recomendaciones y/o sugerencias presentadas por parte de la interventoría y propietario en el desarrollo de la obra; tanto en su parte técnica como administrativa.</li> <li>- También el responsable por el fiel cumplimiento y acatamiento de las</li> </ul>	

- 
- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Legalizar y firmar contratos.</li><li>- Solicitar la vinculación de personal a la empresa.</li><li>- Revisar y aprobar las solicitudes de personal realizadas</li><li>- Preseleccionar candidatos a ocupar cargos administrativos o profesionales del área técnica</li><li>- Realizar las entrevistas de candidatos a ocupar cargos administrativos o profesionales del área técnica.</li><li>- Remitir los candidatos a realizar pruebas sicotécnicas cuando sea necesario</li><li>- Realizar las evaluaciones de desempeño del personal a cargo</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Mantener en perfecto estado y comprobar la lectura de los equipos asignados</li><li>- Cumplir con las instrucciones impartidas por el residente.</li><li>- Registrar los datos obtenidos en las mediciones.</li></ul> | <p>especificaciones Técnicas y de todos los procedimientos que se establecieron para la correcta ejecución de la obra</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Pedidos de materiales.</li><li>- Control Entradas y salidas de Almacén.</li><li>- Entrega de actividades al cliente</li><li>- Reembolsos de caja menor.</li><li>- Pedidos de equipos.</li><li>- .</li><li>- Hacer compras menores</li><li>- Organizar los registros de obra generados para el proyecto.</li><li>- Elaboración de la previsión semanal de suministros.</li><li>- Control general de la programación de obra.</li><li>- Asistencia a los comités de obra.</li></ul> |
|---|---|---|
-

- 
- Comunicación con la oficina central
  - Manejo de personal, administrativo, y contratistas
- 

<b>SUPERVISOR DE SEGURIDAD</b>	<b>MAESTRO DE OBRA</b>	<b>OFICIAL DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>AYUDANTE DE CONSTRUCCIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los peligros, valorar los riesgos asociados a sus actividades, las de los empleados y facilitar la implementación de medidas de intervención y prevención.</li> <li>- Divulgar las normas de seguridad vigentes para que los empleados de la empresa las apliquen constantemente.</li> <li>- Dar a conocer a los empleados, las normas o procedimientos del Sistema de Gestión en Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente y Reglamento relacionados con el tema vigentes en la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar planos, especificaciones técnicas, planes, procedimientos, etc.</li> <li>- Organizar y coordinar a los grupos o cuadrillas que ejecutan actividades del proyecto.</li> <li>- Cumplir y hacer cumplir a los oficiales y obreros los lineamientos establecidos en el plan HSEQ del proyecto en cuanto a calidad, salud ocupacional y ambiente.</li> <li>- Realizar la localización y replanteo de los ítems de obra que se requiera en el proyecto durante su ejecución</li> <li>- Revisar y controlar el adecuado uso de formaletas, armaduras y equipos en las</li> </ul>	<p>Estructureros;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundir concreto reforzado</li> <li>- Armado de estructuras metálicas</li> </ul> <p>Mamposteros;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de muros y pilares</li> <li>- Revestir muros de ladrillo, hormigón u otro material.</li> </ul> <p>Redes hidrosanitarias;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes de desagüe y ventilación</li> <li>- Colección y eliminación de agua de lluvia</li> </ul> <p>Eléctricos;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaborar con el mantenimiento de los equipos de construcción</li> <li>- Colaborar en todas las actividades de construcción necesarias para desarrollar del proyecto.</li> <li>- Usar los Elementos de Protección Personal</li> <li>- Identificar y reportar condiciones subestimar detectadas</li> <li>- Implementar inspecciones ambientales</li> <li>- Ubicar residuos en las áreas destinadas para tal fin</li> <li>- Realizar Inspecciones Ambientales</li> </ul>

---

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programar y brindar capacitación en lo referente al Sistema de Gestión en Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente, estilos de vida saludable y ambientes laborales sanos a los empleados.</li> </ul>	<p>actividades necesarias en la ejecución del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar que lo que se esté ejecutando este correcto según los planos y dirección del Ingeniero Residente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación, reparación y mantenimiento de redes eléctricas</li> <li>- Urbanistas;</li> <li>- Adecuación de infraestructura urbana, incluye, calles, parques, cajas de paso, andenes, bolardos, bordillos, materas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar las inspecciones y visitas de seguridad establecidas para el Inspector en HSE de acuerdo al plan o cronograma de inspecciones.</li> </ul>	<p><b>Funciones HSE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar que los trabajadores cumplan con las normas SST.</li> <li>- Mantener en orden y aseo el área de trabajo.</li> <li>- Reportar actos y condiciones inseguras.</li> <li>- Disponer adecuadamente los residuos generados en su actividad.</li> <li>- Asistir a las capacitaciones y actividades programadas por el área HSEQ.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer seguimiento y verificar los correctivos o acciones tomadas en las inspecciones y visitas de seguridad.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar registros y estadísticas de incidentes de trabajo.</li> </ul>		

---

Nota: La tabla contiene cada una de las funciones a desarrollar por el personal designado para el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

## 6.5. Materiales

Los materiales empleados para la construcción de la estructura del proyecto Sorrento son los siguientes:

- **Arena de peña:** usada para realizar la protección de los taludes formados por la excavación mecánica, recubrir las placas para mantener la humedad y así dar un correcto curado a los elementos fundidos, y purga de la tubería con el fin de lubricarla para evitar fallas a la hora de iniciar el bombeo del concreto.
- **Arena de río:** utilizada para realizar los solados de limpieza y estabilización de terreno.
- **La Gravilla:** que por la unión de los agregados pétreos junto con agua y cemento portland dan origen al hormigón.
- **Barras de Acero corrugado:** Utilizado para reforzar los elementos estructurales y no estructurales y así dar origen al Hormigón armado. Este material es suministrado por la Figuradora de aceros Almasa s.a.s y de acuerdo a la información suministrada por la empresa cumple con los estándares de calidad establecidos en los planos estructurales.
- **Hormigón o Concreto:** Este material es suministrado por la empresa CEMEX S.A. Cumpliendo con los más altos estándares de calidad exigidos y establecidos según los planos estructurales para el proyecto.(González , F. 2004)
- **Icopor:** Presta un servicio fundamental en el aligeramiento de las placas de entrepiso de la estructura, ya que es un material reutilizable y de fácil manejo.

A continuación, se presenta una tabla con los principales materiales que se utilizan en la ejecución del proyecto Sorrento.

*Tabla 2. Materiales Empleados en la Obra Sorrento*

MATERIALES	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
<b>ARENA DE PEÑA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha técnica: Clasificación de áridos</li> <li>• Grupo: Árido Fino</li> <li>• Forma de presentación: No especificado</li> <li>• Granulométrica: 0-3 mm ( Min-Max)</li> <li>• Naturaleza: clasificada como Silíceo</li> <li>• Lavado</li> </ul>
<b>ARENA LAVADA DE RIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha técnica: Se clasifica dentro del grupo de Áridos</li> <li>• Forma de presentación: No especifica</li> <li>• Granulométrica desde 0-8 mm ( Min-Max)</li> <li>• Naturaleza: Silíceo</li> <li>• Lavado</li> </ul>
<b>GRAVILLA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación : Áridos</li> <li>• Tamaño: De 2-64 mm</li> <li>• Limpia para agregado del Hormigón</li> <li>• Caras fracturadas</li> </ul>
<b>CEMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraguado Inicial: Mínimo 45 minutos</li> <li>• Fraguado final: 8 horas</li> <li>• Resistencia: A tres (3) días mayor a 1142 Psi</li> <li>• Resistencia a 28 días : Debe ser mayor a 3500 psi</li> <li>• Las normas que rigen al material son ( NTC 121, 321, 31 y ASTM C150-07</li> </ul>
<b>ACERO DE REFUERZO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la tracción mínima debe superar los 550 MPa (Fu)</li> <li>• Resistencia a la fluencia debe superar 420 MPa (Fy)</li> </ul>

- 
- El alargamiento mínimo debe ser de 200 mm
  - Contenido de carbono 0.30%
  - Contenido de Magnesio 1.50 %
  - Contenido de fosforo = 0.035%
  - Cantidad de azufre: 0.045%
  - Cantidad de silicio 0.50%
  - Normas que rigen (NTC 2289- NSR -10 Capitulo C.3.5.

## **HORMIGÓN O CONCRETO**

- Material compuesto no homogéneo utilizado en la construcción que se forma esencialmente por un aglomerante (Cemento y agua) al que se añade los agregados de gravas, arena, y adictivos específicos, el cual por medio de una reacción química se endurece hasta lograr una consistencia pétreo.
  - Tiene un peso específico que varía entre 2200 y 2400 kg/c3.
  - Es un material que una vez alcanza sus propiedades fisicoquímicas tiene una alta resistencia a los esfuerzos de compresión
  - Cuando se junta con el acero recibe el nombre de hormigón armado y alcanza altos esfuerzos a tracción, torsión y compresión comportándose muy favorablemente.
  - “A finales del siglo XX se convirtió en el material más empleado en la industria de la construcción” (James, 2004)
  - Se emplea en obras de ingeniería civil
  - Normas que rigen al material : NSR-10, NTC 30, 31, 33, 77, 78, 92, 93, 98,10, 109, 110, 111, 117, 118, 121, 127, 129, 174, 176, 221, 225, 226, 237, 294, 297, 321, 385, 396, 454, 504, 550, 579, 589, 597, 673, 722, 890, 1028, 1032,1294, 1299, 1513,Y 1514, ASTM Y ACI.
-

---

**CASETÓN DE ICOPOR**

- Es un material utilizado para el aligeramiento de placas
  - Presenta densidades desde los 10 a 14 kg/m<sup>3</sup>, siendo este último el de mejor calidad para el desempeño en aligeramiento de placas de hormigón armado
- 

Nota: En esta tabla se puede ver la clasificación de los principales materiales empleados en la construcción del edificio Sorrento como estructura convencional.

Fuente: Elaboración propia

### 6.6. Equipos y Herramientas

A continuación, se presenta en tabla No 3 la relación de los principales equipos y herramientas utilizados para la construcción de la estructura del proyecto.

*Tabla 3. Relación de maquinaria y equipos*

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>
<b>Vibro-compactadores “rana”</b>	Mínimo capacidad 150 kw
<b>Vibro Compactadores de concreto</b>	Eléctrico/gasolina
<b>Retroexcavadora</b>	
<b>Torre grúa</b>	Capacidad mínima en punta 1500 Kg
<b>Compresor + roto martillos</b>	
<b>Formaleta metálica Formesan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinación de acero y metal de diferentes espesores que garantizan</li> </ul>

---

---

	<p>resistencia a los esfuerzos de fundición del concreto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resiste a la corrosión y esfuerzos de tensión y compresión</li> <li>• Un módulo de 240 cm * 60 cm pesa 52 kg.</li> <li>• La altura de los paneles varía desde 60 a 240 cm y el ancho desde los 5 cm hasta los 60 cm.</li> <li>• Brinda un acabado al concreto ya sea liso o texturizado</li> </ul>
<b>Helicóptero afinador de pisos</b>	Gasolina
<b>Camillas de madera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se le debe realizar inspección visual de alineación y buen estado de la madera antes de ser utilizada.</li> </ul>
<b>Parales metálicos o elevadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe realizar inspección visual antes de ser utilizados.</li> </ul>
<b>Vigas de madera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deben presentar un buen alineado longitudinalmente</li> </ul>
<b>Herramienta Menor</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forma parte de la herramienta menor las palas, picas, carretillas, perros hechizos para manejo del acero de refuerzo, mangueras, mangueras de niveles, flexómetros, boquilleras, martillos entre otras.</li> </ol>

---

Nota: En esta tabla se presenta los principales equipos y herramientas utilizados para la ejecución de la estructura Sorrento

Fuente: Elaboración propia

## 6.7. Cálculo de las Cantidades de Obra

Una de las actividades más relevantes de oficina que se llevó a cabo durante la construcción de la obra, fue el cálculo de las cantidades y volúmenes tanto generales como parciales para los elementos que integran la estructura del proyecto.

Esta actividad se realizó con la ayuda del programa AutoCAD y la tabla dinámica de Excel a partir de la extracción de la información contenida en los planos como se puede ver en la siguiente Figura 17.

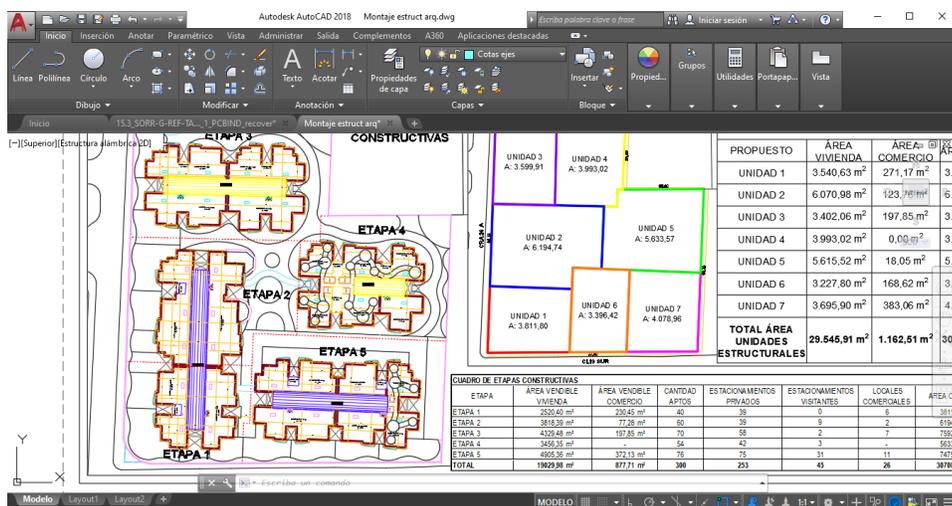


Figura 17. Plano magnético en programa AutoCAD

Fuente: Adaptado de Herrera & Herrera Ingenieros. planos del proyecto Sorrento.

Nota: Se observa un plano general con áreas y localización de etapas

El resultado obtenido a partir de la extracción y análisis de la información obtenida de los planos, permitió totalizar las cantidades generales de obra a ejecutar con la ayuda de la tabla dinámica de Excel. Un ejemplo de ello se aprecia en la siguiente Figura No 18.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Item	ID	Nombre	und	I1 (m)	I2 (m)	I3 (m)	Sub	Cantidad	Total
7		R	<b>Etapas 1</b>							
8		C	Cimentación							
85		C	Estructura							
86		S	Sótano							
+	E1 MuroC	A	Muro de contención	m3						41.25
+	E1 Pantalla	A	Pantallas ascensor y escaleras	m3						13.58
-	E1 Columna	A	Columnas	m3						16.88
-	100	D	C1 eje R-1 CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	101	D	C2 eje R-1' CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	102	D	C3 eje R-2A CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	103	D	C4 eje R-3A CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	104	D	C5 eje R-3ACIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	105	D	C6 eje R-5B CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	106	D	C7 eje R-6A CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25
-	107	D	C9 eje Q'-1 CIM	E1.5	3.15	0.40	0.20	0.25	1.00	0.25

Figura 18 Cuadro de cantidades de obra a Ejecutar

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* La tabla dinámica de Excel es una herramienta fundamental para realizar el cálculo de las cantidades de obra.

## 6.8. Preliminares

Esta etapa formó parte de la primera actividad a ejecutar en la obra, de la cual se desglosaron diferentes sub actividades como la construcción del campamento de trabajadores, almacén de obra, oficinas administrativas, replanteo y estabilización de taludes. Mediante la organización y planeación de obra se permitió llevar a cabo la ejecución de esta actividad.

Se realiza un croquis y la respectiva delimitación de las áreas a ser ocupadas e intervenidas, un ejemplo lo podemos ver en la siguiente Figura No 19. García et al.( 2005)



*Figura 19.* Pañete de taludes y Delimitación del Área Excavada

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la imagen se muestra que se realizó la estabilización de taludes, delimitación del área e instalación de solado de limpieza y protecciones horizontales para dar inicio a las actividades.

### **6.9. Excavación mecánica**

La excavación mecánica comprendió el retiro del material de tierra y escombros con la ayuda de una maquina Retro Excavadora desde la cota superior de terreno hasta llegar al nivel deseado o rasante para la cimentación de la estructura del edificio, siempre teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por el ingeniero de suelos y las escritas en el estudio geotécnico. El material fue cargado con la máquina Retroexcavadora directamente sobre el volcó de cada una de las volquetas que lo transportaron a un botadero certificado por el ministerio de medio ambiente y entidades gubernamentales competentes para expedir los permisos y licencias.

En la siguiente imagen Figura No 20, se muestra el proceso de excavación que se llevó a cabo para las etapas 1 y 2 de la obra Sorrento.



*Figura 20* Excavación mecánica

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Se muestra el proceso de excavación mecánica para dar inicio a la cimentación del edificio.

Cabe resaltar que antes de dar inicio a la excavación mecánica, se delimito y señalizó el área a intervenir, luego fue necesario durante la excavación realizar el control topográfico y chequeo permanente por parte de un equipo de trabajadores designado por esta oficina, compuesto por dos ayudantes y un Ejero experimentado en el manejo y control de los niveles localizados previamente. Una vez avanza esta actividad, se comenzó con el perfilado y protección de terreno tanto en taludes como en el fondo de excavación, y por último se instaló un solado de limpieza no superior a los 5 cm, el cual permitió dar inicio al replanteo de vigas y dados de cimentación, excavación manual y demolición de Pilotes.

## 6.10. Cimentación

### 6.10.3. Excavación Manual

Esta actividad se llevó a cabo con herramienta menor (Palas, Picas y Carretillas) por medio de la mano de obra de los trabajadores integrados por cuadrillas de Ayudantes y Oficiales de construcción que dieron inicio a la excavación manual de las vigas y los dados de cimentación para el Edificio. Esta actividad debe ser controlada por personal capacitado en manejo de niveles y especificaciones dadas cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por la normatividad vigente. A continuación, se presenta fotografía Figura No 21, donde se puede evidenciar el desarrollo de la actividad.



*Figura 21.* Excavación Manual de Vigas y Dados de Cimentación  
Fuente: Elaboración propia

#### **6.10.4. Descabece de Pilotes**

El descabece de pilote consistió en realizar la demolición de la parte superior de los pilotes por medio de la ayuda de un taladro demoledor, esto con el fin de retirar todo el material posiblemente contaminado durante el proceso de fundición de los mismos y así lograr obtener la cota de cimentación según lo estipulado por el ingeniero calculista en los planos estructurales.

Una vez realizada la excavación mecánica, se procedió a identificar todos aquellos pilotes que sobresalieron del nivel -3.60 que corresponde a la cota de rasante de excavación mecánica del terreno, esto con el fin de realizar el respectivo registro y así poder cubicar los volúmenes mayores de cabeza de pilote contratados a demoler. Bertin et al.( 1976)

La mayor cantidad de volúmenes de cabeza de Pilote se presenta por falta de control al momento de la fundida del pilote o en casos específicos cuando se detecta demasiada contaminación por lodos, es por esta razón que se recomienda llevar el pilote a una altura mayor de lo estipulado en planos. A continuación, en la siguiente figura No 22, se realiza un ejemplo comparativo para la cabeza de pilote a realizar el proceso de demolición que sobrepasa los límites contratados y estipulados según planos y recomendaciones

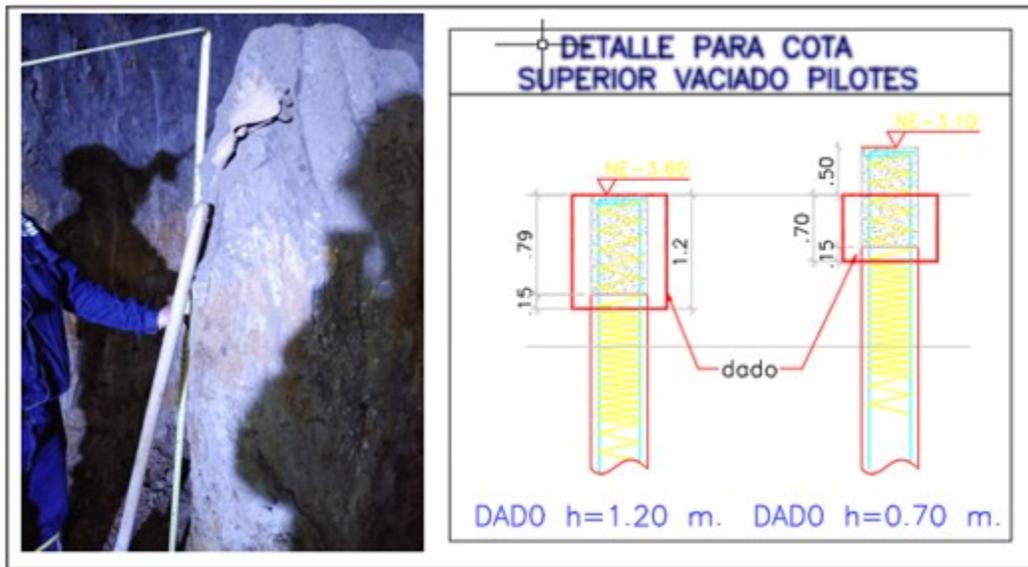


Figura 22. Comparación Cabeza de Pilote y Detalle Estructural

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* En la imagen se observa el pilote que sobrepasa 1.8 m del nivel -3.60 según detalle presentado.

#### 6.10.5. Armado de Vigas y Dados de Cimentación

Luego de finalizar la excavación manual y descabece de los pilotes se procedió a realizar el amarre del acero de refuerzo para vigas y dados de cimentación según despiece suministrado por el ingeniero calculista y las cartillas generadas en obra de acuerdo a los planos estructurales, siempre cumpliendo con las especificaciones técnicas estipuladas en los en los mismo y estándares de calidad. Esta actividad incluyo a todo el equipo de trabajo anteriormente relacionado y delegado por la empresa. Para realizar el despiece de aceros de refuerzo se utilizó el programa DL-NET suministrado por Almasa Figuradora de aceros. En la siguiente figura se muestra el desarrollo de la actividad acorde a lo estipulado en el detalle estructural.



*Figura 23.* Amarre de Acero de Refuerzo Para Vigas y Dados de Cimentación

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Se presenta imagen de la ejecución de obra y detalle estructural.

#### 6.10.6. Fundida de Vigas y Dados

Una vez se avanza con el amarre del acero de refuerzo para vigas y dados de cimentación se procede con la programación del concreto a vaciar en cada uno de estos elementos según volumen obtenido y cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas en planos estructurales. Antes de realizar esta actividad se debe entregar a la supervisión técnica quienes serán los competentes para revisar alineación, cotas, ejes y niveles de cada uno de los elementos, con el fin de que el acero este acorde a los despieces contenidos en los planos y cumpla con las especificaciones técnicas. De cumplir con los parámetros se procederá a realizar la fundida como se muestra en la siguiente figura No 23.



*Figura 1. Fundida Dado de Cimentación*

Fuente: Elaboración propia.

*Nota:* En la fotografía se observa el correcto armado de los elementos, compactación y vaciado del concreto

### **6.11. Columnas y Pantallas**

Como bien se sabe las columnas y pantallas son los principales elementos de soporte del edificio que junto con la placa de entrepiso forman pórticos para dar rigidez a la edificación. Estos elementos iniciaron desde la cimentación y se extendieron hasta la cubierta del edificio, fundidos parcialmente entre placas de entrepiso.

Una vez se armó el acero de refuerzo para cada uno de los elementos teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, y las recomendaciones contenidas en los planos, se realizó la entrega formal de los elementos a la Residencia de obra designada por Master Building Ingeniería

Obtenida la revisión y aprobación se procede a encofrar cada uno de los elementos liberados con la ayuda de la ayuda de mano de obra de los trabajadores y por medio de la formaleta Formesan

que para este caso se utilizó como equipo que permite dar moldura a las columnas y pantallas que darán forma al edificio.

La actividad se llevó a cabo bajo una estricta y rigurosa supervisión técnica, cumpliendo siempre lo estipulado en planos estructurales suministrados y firmados por la Dirección de obra. Una vez que se realizó la entrega a la supervisión técnica encargada de dar el visto bueno a la correcta localización, verticalidad, cumplimiento de recubrimientos y demás actividades que ellos consideraron y las estipuladas por el ingeniero calculista se procedió a realizar el vaciado del concreto en cada uno de los elementos. A continuación, Figuras No 24 y 25 , se muestra el desarrollo de la actividad.



*Figura 24* Amarre de acero de refuerzo de Columnas y Pantallas

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra el amarre del acero de refuerzo para la pantalla del foso del ascensor y alistamiento de formaleta metálica para encofrado.



Figura 25. Encofrado Columnas y Pantallas Edificio Sorrento

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta fotografía se puede observar el proceso constructivo que se lleva a cabo para la ejecución de las columnas y pantallas antes de iniciar el vaciado del concreto.

#### 6.11.7. Procedimiento de Fundida

El concreto utilizado para la fundida de columnas y pantallas en la obra Sorrento es transportado por vehículos de la empresa Cemex hasta el lugar de la obra y luego es vaciado en un balde metálico que contiene una compuerta lateral en su extremo inferior, y cubica aproximadamente 0.50 m<sup>3</sup>, es movido vertical y horizontalmente por medio de una torre grúa existente en la obra y con capacidad de carga de 2500 kg. La torre grúa transporto el concreto hasta cada uno de los elementos para ser vaciado por los obreros de acuerdo al volumen requerido, cubicado y programado para cada elemento.

A continuación, se muestra el procedimiento del vaciado de concreto para columnas y pantallas del edificio en el cual se utiliza un vibrador eléctrico y se da golpe en la formaleta con la ayuda de

los obreros esto con el fin de lograr una buena compactación del concreto como se aprecia en la figura No 26.



*Figura 26.* Vaciado de concreto hidráulico para columnas y pantallas

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Se puede ver el procedimiento para la fundida de columnas y pantallas del edificio.

## **6.12. Placas de Entrepiso**

Las placas de entrepiso se conforman por elementos estructurales y no estructurales (Vigas, Viguetas, Riostras y torta de concreto) para formar los pórticos que darán la rigidez requerida y solicitada por la estructura Sorrento. Las cargas aplicadas sobre las placas son transmitidas a las columnas y pantallas para luego ser llevadas a la cimentación del edificio y transmitidas al terreno.

Esta actividad se realizó a partir de la instalación de una obra falsa compuesta para este caso de camillas y parales metálicos que prestaron el servicio como plataforma de trabajo para realizar el trazado, amarre del acero de refuerzo, soporte de cargas vivas, cargas muertas y encofrados

horizontales con capacidad de recibir el peso total del acero, concreto hidráulico demás cargas aplicadas durante el proceso constructivo sin que se llegue a presentar falla por capacidad portante, así permitiendo que los elementos que componen e integran la placa, fragüen sin ser alterados y puedan alcanzar sus resistencias esperadas y capacidad de trabajo.

Con la ayuda de bloques de casetón de Icopor recuperable se logró el aligeramiento de las placas dando forma a las vigas, Viguetas, Riostras y torta superior lo cual permite disminuir las cargas muertas, y por ende dimensionar elementos más racionales. En la siguiente figura No 27, se puede ver el procedimiento constructivo para la ejecución de esta actividad.



*Figura 27.* Armado de Placa de entepiso

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* En la fotografía se muestra el armado de la obra falsa, amarre de acero de refuerzo para vigas y torta superior de la placa e instalación de bloques de casetón de Icopor.

#### **6.12.8. Procedimiento de Fundida**

El concreto utilizado para la fundida de la placa de entepiso en la obra Sorrento se transportó por vehículos de la empresa Cemex hasta el lugar de la obra y luego se realizó el respectivo vaciado en un la tolva de una bomba estacionaria para concreto hidráulico que permitió llevarlo

vertical y horizontalmente, por medio de una tubería tremie hasta cada uno de los elementos para ser fundidos con ayuda de la mano de obra de los trabajadores, de acuerdo al volumen requerido, cubicado y programado para el elemento.

Este procedimiento involucro mano de obra calificada y un equipo de trabajo con alta experiencia, para llevar a cabo simultáneamente actividades como nivelación, alineación, control de volúmenes, técnicas, procedimientos y calidad de la mezcla a utilizar en el fiel cumplimiento de las especificaciones técnicas, requeridas, suministradas en planos estructurales y los demás que hagan parte del proceso.

A continuación, se muestra el procedimiento del vaciado de concreto para placas de entrepiso del edificio Sorrento en el cual se utiliza un vibrador eléctrico y con la ayuda de los obreros se dispersa la mezcla para lograr una buena compactación del concreto como se aprecia en la siguiente Figura No 28.



*Figura 28.* Fundida Placa de Entrepiso

Fuente: Elaboración propia.

*Nota:* Se muestra el procedimiento durante la fundida de los elementos que conforman la placa de entrepiso y acabado final que se logra por medio de afinado con helicóptero.

### **6.13. Escaleras de acceso**

Estos elementos nos permiten desplazarnos verticalmente de una forma segura entre los diferentes niveles del edificio, cumpliendo con la normatividad y diseños arquitectónicos. Se construyeron de manera artesanal a partir de una obra falsa que presta el servicio de soporte y formaleta de madera utilizada como testeros de borde, para dar forma a los pasos que las integran.

Inicialmente se realiza el trazado y distribución de los pasos entre cada uno de los entre pisos con el fin esclarecer la altura de contrahuellas y prever los alistados y acabados que se aplicaran arquitectónicamente.

Una vez la escalera armada se fundió monolíticamente, para este caso el transporte del concreto en la obra se realizó por medio de la torre grúa hasta el lugar de vaciado, donde los trabajadores lo esperan con el equipo necesario (vibrador para concreto, canales y herramienta menor) para realizar la fundición de los elementos. En la siguiente figura se muestra el procedimiento de armado y fundida.

Las escaleras en la obra se hicieron esenciales durante la etapa de construcción del proyecto, de tal manera que se ejecutaron a la par con el Edificio a medida que este gana altura.



*Figura 29.* Armado y Fundida de la Escalera de Acceso

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la imagen se observa a la izquierda la limpieza que se realiza al elemento antes de realizar el vaciado y a la derecha el descargue del concreto directo al elemento.

#### **6.14. Resultado Final de Ejecución del Proyecto**

El resultado final esperado es la construcción del edificio Sorrento para este caso la etapa 1 y 2 a satisfacción del cliente, integrado por cada uno de sus elementos que lo conforman, en cumplimiento del objeto del contrato, bajo las especificaciones técnicas, tiempos pactados y estándares de calidad, logrando excelentes beneficios económicos para la empresa.

En la siguiente figura No 30, se observa la obra ya construida en su totalidad integrada por cada uno de sus elementos.



Figura 30. Estructura Edificio Sorrento

Fuente: Elaboración propia

Nota: esta fotografía muestra las etapas 1 y 2 del edificio Sorrento.

## 7. Conclusiones

1. El proceso de acompañamiento realizado a lo largo de la ejecución de la obra es un determinante significativo para los buenos resultados y el alcance de los objetivos propuestos en los grandes proyectos.
2. El cronograma interno de las actividades y el control de las mismas generan una dinámica de trabajo constante que contribuye al avance y buen rendimiento en el ejercicio del proyecto.
3. La presencia de profesionales idóneos en el proceso de acompañamiento de los proyectos genera confianza en los clientes y afianza la credibilidad de las diferentes propuestas.
4. La planeación estratégica permite alcanzar resultados positivos y detectar a tiempo fallas que aparecen como imprevistos a causa de los materiales o errores humanos, casos que pueden ser corregidos y evaluados a tiempo.
5. Esta empresa hace uso de estrategias no solo técnicas sino también humanas lo cual ha generado confianza y sentido de pertenencia en todo el equipo de trabajo y en las diferentes áreas que integran cada proyecto en ejecución; son pilares fundamentales los valores que identifican la empresa tales como el cumplimiento de su nómina, el respeto y buen trato al empleador.
6. A partir del desarrollo de la pasantía se logra poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación universitario, lo cual se convierte en un complemento perfecto teórico-práctico, determinante necesario para aportar desde el área como ingenieros a la sociedad y al desarrollo de las grandes y pequeñas urbes.

## 8. Recomendaciones

1. Poner en marcha tecnologías de última generación que ayuden a optimizar los recursos económicos y el tiempo de ejecución de los proyectos; si bien la empresa actualmente cuenta con un gran inventario de planta y equipo aún presenta falencias en el rendimiento y eficiencia de algunos que se podría en un futuro remplazar con el fin de generar más rendimiento y mayor utilidad
2. Implementar un plan de marketing y publicidad con el fin de dar a conocer los productos y servicios que se ofrecen; si bien la empresa desarrolla esta actividad aún falta incursionar en otros mercados como la construcción de estructuras horizontales, puentes, viaductos y carreteras entre otros.
3. Sugerir a la empresa concientizar más al personal para que cumplan estrictamente con los protocolos y las recomendaciones de los profesionales de esta área. Pues si bien la empresa cuenta con un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG SST, se hace necesario implementar más estrategias de divulgación y capacitación.
4. Incorporar a la obra un técnico profesional permanente en mantenimiento y reparación de equipos necesario para que funcionen en óptimo desempeño.
5. Que la empresa continúe abriendo espacios y dando la oportunidad a muchos estudiantes que están comenzando su ejercicio profesional, espacios que se convierten en escenarios de formación y fortalecimiento de los conocimientos adquiridos a lo largo de los años.
6. Integrar a todo el equipo de trabajo para que conozca los procesos y haga parte activa en los momentos de evaluación control y seguimiento, teniendo presente que sus aportes son significativos con miras a la implementación de calidad y excelencia

## 9. Referencias Bibliográficas

- Aburto, A. (2016). *Desarrollar un manual de procedimientos para la planificación de obras de construcción de edificios* [Universidad de Chile].  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141763/Desarrollar-un-manual-de-procedimientos-para-la-planificacion-de-obras-de-construccion-de-edificios.pdf?sequence=1>
- Almasa. (2019, April 4). *Tutorial DL-NET Almasa [Archivo de Video]*. YouTube.  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_QfBVqFImk0&t=297s](https://www.youtube.com/watch?v=_QfBVqFImk0&t=297s)
- Arboleda, López, S. A., & Serna, Gutiérrez, E. (2004). *Presupuesto y Programación de Obras. Conceptos Básicos* -.  
[https://books.google.com.co/books?id=WhxKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=cantidades+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjkoZ60gczpAhVBiOAKHWCKkBDUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=cantidades de obra&f=false](https://books.google.com.co/books?id=WhxKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=cantidades+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjkoZ60gczpAhVBiOAKHWCKkBDUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=cantidades+de+obra&f=false)
- Bertin, R., & Gasc, C. (1976). *CIMENTACIONES Y OBRAS EN RECALCES* -.  
[https://books.google.com.co/books?id=oL8JPn0xtPMC&printsec=frontcover&dq=preliminares+construccion+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8nYuvhczpAhUmmeAKHf8YCQkQ6AEITzAE#v=onepage&q=preliminares construccion de obra&f=false](https://books.google.com.co/books?id=oL8JPn0xtPMC&printsec=frontcover&dq=preliminares+construccion+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8nYuvhczpAhUmmeAKHf8YCQkQ6AEITzAE#v=onepage&q=preliminares+construccion+de+obra&f=false)
- CityIngenieria. (2013). *Ms Project 2013 - Crea un Proyecto en 10 minutos [Archivo de Video]*. YouTube.
- Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*.

<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

Edificad, G. (2018). *Costos Directos y Costos indirectos*. [Archivo de Video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=cuC2YG-jxSk>

García, J., Echeverry, D., & Mesa, H. (2013). *Gerencia de proyectos: Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones*. <https://books.google.com.co/books?id=CpBcDwAAQBAJ>

García Reyes, J. (2013). *Gerencia de proyectos: Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones*. Universidad de los Andes.

<https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/69464?prev=bf>

García Tejera, M. A., & Torres, C. F. (2005). *Manual Practico de Legislacion de la Construccion (cosido)*.

<https://books.google.com.co/books?id=hn1gh4S3vn4C&pg=PA37&dq=preliminares+construccion+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8nYuvhcZpAhUmmeAKHf8YQCkQ6AEIKzAA#v=onepage&q=preliminares+construccion+de+obra&f=false>

González Marcos, A., Alba Elías, F., & Ordieres Meré, J. (2014). *Ingeniería de proyectos*. <https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/43933?page=5>

Gonzalez sandoval, F. (2004). *Manual de Supervision de Obras de Concreto - 2b -*.

[https://books.google.com.co/books?id=d\\_ufCPVAYtIC&pg=PA11&dq=supervisión+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjA-43niOPIAhUE2FkKHVhsCgIQ6AEIKDAA#v=onepage&q=supervisión+de+obra&f=false](https://books.google.com.co/books?id=d_ufCPVAYtIC&pg=PA11&dq=supervisión+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjA-43niOPIAhUE2FkKHVhsCgIQ6AEIKDAA#v=onepage&q=supervisión+de+obra&f=false)

Hernández Sánchez, J. M. (2000). *Gerencia de proyectos con Project 2010*. Ecoe Ediciones.

Herrera y Herrera Ingenieros s.a.s. (2017). *Sistema de Gestion, Seguridad y Salud en el trabajo*.

James, S. (2004). *De la Construcción a los Proyectos: la Influencia de las Nuevas Técnicas en el*

*Diseño Arquitectónico , 1700-2000.*

[https://books.google.com.co/books?id=EoKt31xU6EcC&pg=PA157&dq=metodos+constructivos+para+edificios&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiplpTf\\_MvpAhVxhOAKHSxNBtQQ6AEIWDAG#v=onepage&q=metodos constructivos para edificios&f=false](https://books.google.com.co/books?id=EoKt31xU6EcC&pg=PA157&dq=metodos+constructivos+para+edificios&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiplpTf_MvpAhVxhOAKHSxNBtQQ6AEIWDAG#v=onepage&q=metodos constructivos para edificios&f=false)

Master Building. (2020). *Sistema Integrado de Gestión.*

Pecoraio, S. (2017). *MF0639\_3 Proyectos de edificación* .  
<https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/45028?page=7>

Rodríguez Montaña, F. (2004). *Método para una Adecuada Supervisión de Obra en los Procesos Constructivos.*

Torres Hernández, Z., & Torres Martínez, H. (2014). *Administración de proyectos Coordinadores.*  
[www.editorialpatria.com.mx](http://www.editorialpatria.com.mx)

Urias, L. A. (2005). *Rendimiento en la Construcción. Edificación.*  
[https://books.google.com.co/books?id=28I\\_r4yVvRAC&pg=PA24&dq=preliminares+construccion+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwibkJXIiczpAhWlmuAKHefJJDmQ4ChDoAQgvMAE#v=onepage&q=preliminares construccion de obra&f=false](https://books.google.com.co/books?id=28I_r4yVvRAC&pg=PA24&dq=preliminares+construccion+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwibkJXIiczpAhWlmuAKHefJJDmQ4ChDoAQgvMAE#v=onepage&q=preliminares construccion de obra&f=false)

## 10. Anexos

Se anexa registro fotográfico, donde se puede evidenciar cada uno de los procesos y métodos constructivos llevados a cabo durante el desarrollo del proyecto Sorrento.

	Reporte fotográfico del 06 DE Enero al 20 Mayo del 2020.	
Proyecto:	<b>CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA PARA EL PROYECTO SORRENTO POR HERRERA &amp; HERRERA INGENIEROS EN LA CIUDAD DE BOGOTA</b>	Frente:
Elaborado por:	<b>OSCAR SICUARIZA FIGUEREDO</b>	<b>Memoria Fotográfica Pasantia:</b>
		
F1. Excavacion mecanica y manual	F2. Demolicion de pilotes	F3. Localizacion y replanteo de elementos
		
F4. Amarre de aceros de VG cimentacion y localizacion	F5. Inicio de fundida Cimentacion	F6. Elementos Fundidos cimentacion
		
F7. Encofrado de columnas	F8. Armado de columnas y pantallas	F9. Avance de cimentacion e inicio armado de obra falsa



F10. Cimentacion para torregrua



F11. Montaje de Torregrua



F12. Armado de obra falsa



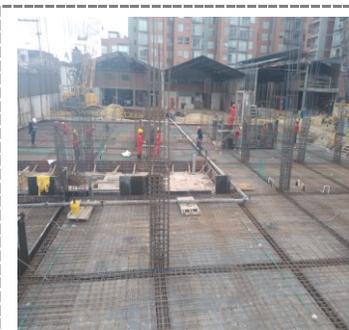
F13. Curado de columnas con antisol



F14. Amarre acero de refuerzo para placas de entrepiso



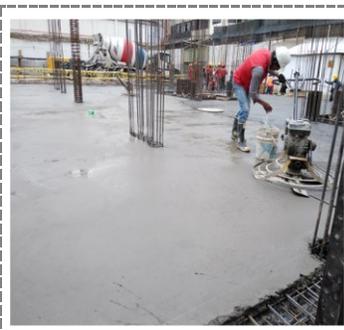
F15. Armado de aceros e instacion de caseton



F16. Finalizacion de amarre de aceros y entrega para fundida.



F17. Fundida y nivelacion de placa piso 1.



F18. Fundida y afinado de placa piso 1.



F19. Desencofrado de placas



F20. Armado y fundida de columnas piso 1 a 2



F21. Fundida de pantallas



F22. Avance de obra piso 2 a 3.



F23. Instalación de obra falsa



F24. Continua armado de placa piso 3



F25. Instalación de caseton



F26. Instalación de redes eléctricas, hidráulicas y de gases



F27. Limpieza y alistamiento de placas para fundida



F28. Fundida de placa entrepisos



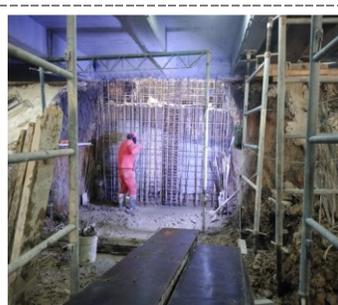
F29. Continua fundida de placa



F30. Armado y limpieza de escalera



F31. Avance de obra



F32. Armado de muros de contencion Sotano



F33. Fachada Oriental del proyecto



F34. Avance fundida de muros de contencion



F35. Resultado final del proyecto

C