



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**PRÁCTICA PROFESIONAL EN ETERNA (CONETSA) S.A.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERÍA CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**21441013 BRENDA MELANIA PALADA BARAHONA**

**ASESOR: ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**OCTUBRE 2018**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**FACULTAD DE PREGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**PRESIDENTE EJECUTIVO**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA DE OPERACIONES**

**ANA LOURDES LAFFITE**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**ETERNA (CONETSA) S.A.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**“ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS”**

**DERECHOS DE AUTOR**

**©COPYRIGHT 2018**

**BRENDA MELANIA PALADA BARAHONA**

**TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS**

## **AUTORIZACIÓN**

*AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE PREGRADO.*

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Brenda Melania Palada Barahona, de San Pedro Sula autor(es) del trabajo de grado titulado: PRÁCTICA PROFESIONAL EN ETERNA (CONETSA) S.A., presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad. Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 10 días del mes de Octubre de dos mil dieciocho.

---

Brenda Melania Palada Barahona

## **HOJA DE FIRMAS**

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembros de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

**ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS**

**ASESOR METODOLÓGICO**

---

**ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA**

**JEFE ACADÉMICO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL, UNITEC**

---

**ING. CESAR ORELLANA**

**JEFE DE INGENIERÍAS, UNITEC**

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro principalmente a Dios, quien me ha dado la fortaleza para superar todos los obstáculos y poder seguir adelante, quien nunca me soltó de la mano cuando estuve a punto de caer y quien me ha dado la valentía, sabiduría y entusiasmo para llegar a donde estoy en este momento. Agradezco enormemente a mi papá Wilmer Alexander Palada por todos sus consejos y enseñanzas a lo largo de este camino, por esforzarse y velar para que no me hiciera falta nada y hacer de mí una profesional de bien, a mi mamá Iris Melania Barahona quien ha sido mi motivo de inspiración dándome todo su amor y apoyo incondicional. A mis mejores amigos Alejandra Mayes y Juan Carlos Cortés por estar allí para mí recordándome que todo esfuerzo tiene su recompensa y que por más fuerte que la tempestad sea, siempre Dios hará que llegue la calma. En general, agradezco a todos los docentes por el conocimiento transmitido a lo largo de la carrera que sin lugar a dudas es indispensable para mi vida profesional. Por último, agradezco al Ing. Michael Job por siempre escucharme y en este momento por guiarme a poder realizar este proyecto de graduación y ser parte fundamental para la culminación de mi carrera.

Brenda Palada

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a Dios ya que es mi apoyo diario incondicional y me da la fortaleza para poder ser valiente y afrontar las dificultades que pone la vida día con día. Así como también, por haber sido mi guía a lo largo de esta carrera, ya que sin Él no hubiese superar todos los obstáculos ni tampoco podido alcanzar mi meta. Agradezco a mis padres, hermanos, demás familiares, y compañeros de estudio por el apoyo, y palabras de motivación y aliento durante este proceso de formación, sin ustedes no estaríamos donde nos encontramos hoy, a un paso de lograr la meta.

De igual manera agradezco a la Universidad Tecnológica Centroamericana por darme la oportunidad de formarme como profesional y contar con un equipo de docentes capaces de compartir sus conocimientos durante este proceso educativo, principalmente al Ingeniero Michael Pineda, e Ingeniero Héctor Padilla, por ser quienes siempre estuvieron presentes apoyando y guiándome a lo largo de mi carrera.

Finalmente, agradezco al Ingeniero Geovanny Chávez, jefe de producción en planta de dosificación de CONETSA S.A., por abrirme las puertas y compartir todo lo que estaba en sus manos para realizar mi práctica profesional de la mejor manera.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente informe se hablará acerca de la práctica profesional que se llevó a cabo desde el diez y seis de Julio hasta el veinte y ocho de septiembre, teniendo una duración de once semanas.

Dicha práctica profesional se realizó en la empresa ETERNA S.A. división CONETSA.

Específicamente en el área de dosificación, aprendiendo de cerca cual es todo el proceso que esta empresa sigue y todos los procedimientos necesarios para tener una fundición con éxitos.

Se mantuvo un contacto constante con los ingenieros de dicha empresa y siempre apoyándose en sus conocimientos a la hora de realizar el trabajo. Se realizó trabajo tanto en las oficinas técnicas de dicha empresa en donde se aprendió a manejar todo lo relacionado con administración como ser: costos de equipos, costos de mano de obra, costos de materia prima (agregados finos y gruesos, cemento, agua, aditivos) y en este departamento hasta se aprendió a manejar todo lo que es recursos humanos y lo que la ley exige.

Por otro lado se apoyó también en visitas de campo aquí se pudo aprender cada procedimiento desde el momento en que se llega a la empresa que solicita el concreto hasta el momento que se cubica el área para poder pedir los camiones concreteros y se llega a un acuerdo con el cliente para llevar una fundición armoniosa y exitosa, específicamente en lo que es pavimentaciones y losas.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	2
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO .....	2
2.3 OBJETIVOS.....	3
2.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
<b>CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
3.1 CONCRETO.....	4
3.2 MATERIALES .....	7
3.2.1 CEMENTO .....	7
3.2.2 AGREGADOS .....	7
3.2.3 AGUA.....	8
3.2.4 ADITIVOS.....	8
3.3 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO.....	9
3.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO .....	10
3.4.1 MEZCLADO .....	11
3.4.2 TRANSPORTE .....	11
3.4.3 VACIADO O COLOCACIÓN DEL CONCRETO .....	11
3.4.4 COMPACTACIÓN DEL CONCRETO.....	12
3.4.5 ACABADO .....	12
3.4.6 CURADO DEL CONCRETO .....	12
<b>CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....</b>	<b>13</b>
5.1 SEMANA 1: DEL 16 DE JULIO AL 21 DE JULIO .....	13
5.2 SEMANA 2: DEL 23 DE JULIO AL 28 DE JULIO .....	14
5.3 SEMANA 3: DEL 30 DE JULIO AL 04 DE AGOSTO .....	15
5.4 SEMANA 4: DEL 06 DE AGOSTO AL 11 DE AGOSTO .....	15
5.5 SEMANA 5: DEL 13 DE AGOSTO AL 18 DE AGOSTO .....	16
5.6 SEMANA 6: DEL 20 DE AGOSTO AL 25 DE AGOSTO .....	17

5.7	SEMANA 7: DEL 27 DE AGOSTO AL 01 DE SEPTIEMBRE .....	19
5.8	SEMANA 8: DEL 03 DE SEPTIEMBRE AL 08 DE SEPTIEMBRE.....	20
5.9	SEMANA 9: DEL 10 DE SEPTIEMBRE AL 15 DE SEPTIEMBRE.....	21
5.10	SEMANA 10: DEL 17 DE SEPTIEMBRE AL 21 DE SEPTIEMBRE.....	22
5.11	SEMANA 11: DEL 24 DE SEPTIEMBRE AL 29 DE SEPTIEMBRE.....	25
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES .....</b>		<b>29</b>
<b>CAPITULO VI. RECOMENDACIONES .....</b>		<b>30</b>
<b>CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>31</b>

## GLOSARIO

- Aditivo: Material diferente del cemento, agua, agregados, adiciones o fibras para refuerzo, que se puede incorporar al pastón inmediatamente antes o durante su mezclado como un componente más del hormigón o mortero, con el objeto de modificar alguna de sus propiedades (estructuras de hormigón, 2017, p.1)
- Aditivo acelerador de resistencia: Aditivo que incrementa la velocidad de desarrollo de resistencia de un cemento hidráulico (estructuras de hormigón, 2017, p.1)
- Aditivo acelerador del tiempo de fraguado: Aditivo que produce un incremento en la velocidad de hidratación del cemento hidráulico y que acorta su tiempo de fraguado (estructuras de hormigón, 2017, p.1).
- Aditivo de doble efecto: Aditivo que modifica dos propiedades del hormigón, prevaleciendo la modificación de una propiedad sobre la restante (estructuras de hormigón, 2017, p.1).
- Aditivo de simple efecto: Aditivo que modifica una única propiedad del hormigón.
- Aditivo fluidificante e incorporador de aire: Aditivo de doble efecto, que reúne las condiciones definidas para los aditivos fluidificantes de fraguado normal e incorporador de aire (estructuras de hormigón, 2017, p.1).
- Curado: El control de la humedad y temperatura, durante un período de tiempo determinado para que el concreto adquiera la resistencia proyectada (Jorge Valladares, 2007, p.23).
- Mortero: Mezcla y combinación de un cementante, o cal hidratada, arena y agua, en las proporciones que se hayan especificado para la ejecución del trabajo de que se trate (Rafael Bunster, 2009, p.17).
- Muestreo: Toma de los especímenes representativos de un lote de material, para que se realicen con ellos las correspondientes pruebas de laboratorio o revisión y selección de elementos (Maria Medina, 2010, p.28).

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

En el presente informe se podrá conocer más a detalle todo lo elaborado en la práctica profesional tomando lugar en la prestigiosa empresa ETERNA S.A. fue fundada por el Ing. Alberto Díaz Lobo en el último semestre del año de 1976. Dicha empresa ha sido dedicada a la construcción de obras civiles, especializada en diseño y construcción de carreteras, puentes, muelles y sistemas de alcantarillado y por la gran división CONETSA.

Dicho trabajo tuvo una duración de once semanas corridas llenas de mucho aprendizaje y experiencia que definitivamente será de mucha ayuda para la vida profesional ya que en dicha empresa se pusieron en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. En esta etapa de la carrera es cuando se puede dar cuenta que todo lo aprendido sirve y es indispensable utilizar todo lo aprendido en clase. Es aquí donde se pone en práctica todo lo aprendido como ser Geometría, ya que es sumamente básico e importante saber sacar los distintos volúmenes para las distintas formas geométricas. Procedimientos y Equipos, ya que se debe tomar en cuenta el rendimiento de cada uno de los equipos. Administración de obras porque todo se trabaja en base a costos y es deber del ingeniero encargado optimizar tiempos y dinero.

## **CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Eterna es una empresa líder en la industria de la construcción de Honduras con presencia en Panamá, Belice, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Nicaragua. Eterna se dedica al diseño, construcción y gestión de obras civiles de cualquier tamaño y complejidad. Se cuenta con amplia experiencia en diferentes campos de la ingeniería, habiendo ejecutado obras de puentes, carreteras, hidroeléctricas, muelles, residenciales, aeropuertos, plantas de tratamiento de aguas y edificios. En Eterna, se cree que la ingeniería es el arte de usar los recursos que la naturaleza provee para cubrir las necesidades de la humanidad de la manera más económicamente factible (ETERNA,2007).

Eterna, también cuenta con un departamento de fabricación y venta de los productos derivados del cemento. Concretos Eterna, más conocida como Conetsa, vende productos de la más alta calidad del país, estos productos incluyen: bloques, concreto, tubos de concreto, pilotes, bovedillas, viguetas y adoquines (CONETSA,2009).

### **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El plantel principal de Eterna S.A. se encuentra en Km 1 Carretera Occidente, San Pedro Sula, Honduras allí es donde se encuentran las oficinas administrativas y así mismo la planta de prefabricados.

Existe otro plantel ubicado cuerdas adelante del estadio olímpico llamado “Plantel Eterna, división Conetsa” es en este lugar donde se encuentra el departamento de dosificación y laboratorio encargados exclusivamente para la producción de concreto.

Actualmente asignada en el plantel antes mencionado, específicamente en el departamento de dosificación. Es en este lugar en donde se revisan todos los diseños de dosificación para los concretos a distintas edades y resistencias según especificaciones del cliente, así mismo se hacen las correcciones debidas con respecto a los porcentajes de humedades y porcentajes de absorción de los distintos agregados, dichos datos obtenidos directamente del laboratorio del mismo plantel.

## **2.3 OBJETIVOS**

Los objetivos definidos precedentes a realizar la práctica profesional

### 2.3.1 Objetivo General

El primordial objetivo de la práctica profesional es:

Utilizar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera para ponerlos en práctica a la hora de presentarse cualquier situación a la que un ingeniero deberá atender.

### 2.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Cumplir al pie de la letra y de forma responsable las tareas asignadas.
- 2) Ser proactivo y tener iniciativa en todo momento.
- 3) Supervisar que los diseños de dosificación se realicen de la manera más óptima.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

La constructora Eterna fue fundada por el Ing. Alberto Díaz Lobo en el último semestre del año de 1976. Dicha empresa ha sido dedicada a la construcción de obras civiles, especializada en diseño y construcción de carreteras, puentes, muelles y sistemas de alcantarillado. Debido a la alta capacidad de Eterna, esta empresa ha contribuido al desarrollo de Honduras participando en proyectos de gran relevancia como obras de apoyo del proyecto hidroeléctrico El Cajón, la rehabilitación y construcción de nuevos carriles en la Carretera vertebral CA-5, los muelles de cruceros en Roatán y el paso a desnivel en la entrada norte de Tegucigalpa, entre muchos mas (Eterna,2009). Gracias a la alta demanda de proyectos que la empresa ha tenido, esta se vio obligada a inaugurar una nueva empresa exclusivamente para suplir necesidades de prefabricados y concreto y es así como nace CONETSA que significa Concretos Eterna S.A. Estas empresas son certificadas por la ISO 9001 y es por eso que siguen procedimientos específicos según normas establecidas.

### **3.1 CONCRETO**

“El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas” (Nilson, 1999, pág. 1).

El American Concrete Institute (ACI) define el concreto como un “material compuesto que consiste esencialmente en un medio ligante dentro del cual hay generalmente una combinación de agregado fino y agregado grueso; en el hormigón de cemento Portland el ligante es una mezcla de cemento Portland y agua” (Comité ACI 116, pág. 1)

Nilson describe que la mayor parte del cuerpo de un concreto, conocido también como hormigón, está conformado por los agregados finos y gruesos, comúnmente conocidos como grava y arena. Estos, a su vez, se mezclan con el cemento y agua, componentes que reaccionan químicamente, uniendo las partículas de agregado y formando una masa sólida. Además de ocuparse el agua para la interacción química, también se ocupa para darle la suficiente trabajabilidad a la mezcla de hormigón y así poder llenar las cimbras, rodear el acero de refuerzo y llenar todos los espacios requeridos, todo esto antes de iniciar su endurecimiento. (1999, pág. 1)

Se pueden controlar las propiedades deseadas de las mezclas de concreto ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, como la granulometría de los agregados, su dureza, capacidad de absorción y otras propiedades físicas y químicas, la limpieza del agua, o el tipo de cemento utilizado. Hoy en día se pueden potencializar las propiedades del concreto mediante la utilización de aditivos.

“(…) la proporción y tipos de los ingredientes establecen en parte la calidad del concreto y por lo tanto la calidad del sistema estructural total. No únicamente deberán escogerse buenos materiales, sino deberá mantenerse una uniformidad en todo el producto” (G. Nawy, 1988, pág. 25).

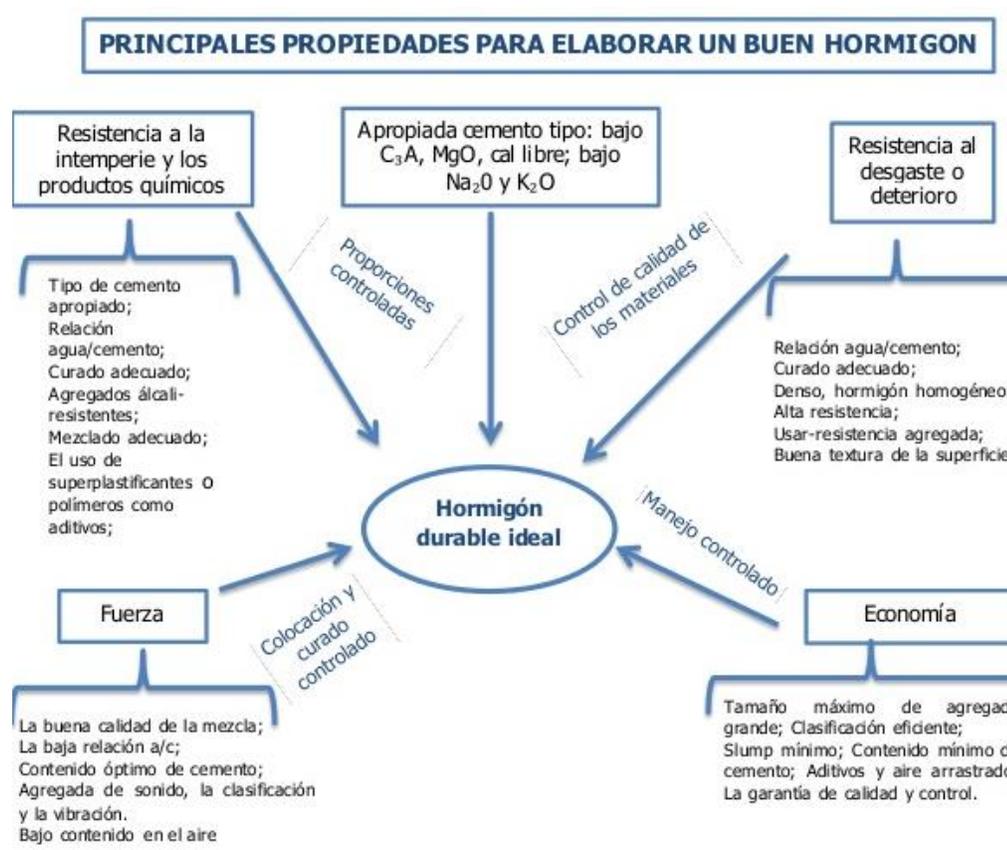
Algunas de las características generales de un buen concreto son su densidad, su resistencia, la relación agua-cemento y la textura.

Según el ingeniero G.Nawy (1988) “Los parámetros más importantes (que afectan la calidad del concreto) son:

1. Calidad del cemento
2. Proporción del cemento en relación al agua en la mezcla
3. Resistencia y limpieza del agregado
4. Interacción o adhesión entre la pasta de cemento y el agregado
5. Mezclado adecuado de los ingredientes
6. Apropiada colocación, terminación y compactación del concreto fresco
7. Curado a una temperatura no menor de 50 °F mientras el concreto colocado alcanza su resistencia.
8. Contenido de cloruro no excede 0.15 por ciento en el concreto reforzado expuesto a cloruros en condiciones de servicio y un por ciento para concreto protegido seco.” (G. Nawy, 1988, pág. 26)

Estas propiedades dependen en gran medida de las proporciones de la mezcla, del cuidado con el cual se mezclan los diferentes materiales constitutivos, y de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantenga la mezcla desde el momento en que se coloca en la formaleta hasta que se encuentra totalmente endurecida. El proceso de control de estas condiciones se conoce como curado. Para evitar la producción de concretos de bajos estándares se requiere un alto grado de supervisión y control por parte de personas con experiencia durante todo el proceso, desde el proporcionamiento en peso de los componentes, pasando por la mezcla y el vaciado, hasta la terminación. (Nilson, 1999, pág. 1)

Un concreto ideal sería tal que cumpliera con las propiedades que garanticen su durabilidad, es decir que tenga resistencia mecánica, resistencia a los químicos y al intemperismo, al desgaste, con los materiales de calidad, y que su producción sea la más económica posible. (v. Figura 1)



**Figura 1. Propiedades principales de un buen concreto.**

Fuente: (G. Nawy, 1988).

El concreto simple tiene una alta resistencia a la compresión, al igual que las rocas y agregados que lo conforman, pero tiene una baja resistencia a la tensión, casi llegando a ser esta de un décimo de su resistencia a la compresión. Con el fin de contrarrestar esta limitación, pues reduce la capacidad portante de los elementos, se proporciona refuerzo de tensión y de cortante en las regiones donde existen tensiones de las secciones para compensar la debilidad de dichas zonas. Este refuerzo es conformado usualmente por barras circulares de acero con rugosidades en sus superficies para proporcionar adherencia. La combinación de los dos materiales, el concreto simple y el acero, conforma el conocido concreto reforzado. El concreto reforzado brinda las ventajas de tener un costo relativamente bajo, una buena resistencia a la intemperie, buena resistencia a la compresión y capacidad de moldeo del concreto, sumándole la alta resistencia a la tensión y ductilidad del acero.

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 CEMENTO

El cemento debe cumplir con alguna de las siguientes normas:

1. "Specification for Portland Cement" (ASTM C 150);
  2. "Specification for Blended Hydraulic Cements" (ASTM C 595), se excluyen los tipos S y SA ya que no pueden ser empleados como constituyentes cementantes principales en el concreto estructural;
  3. "Specification for Expansive Hydraulic Cement" (ASTM C 1157). (Comité ACI 318, s.f., pág. 43)
- Para la fabricación del concreto estructural se utilizan exclusivamente los llamados cementos hidráulicos (...) El cemento Portland es un material grisáceo finamente pulverizado, conformado fundamentalmente por silicatos de calcio y aluminio (...) A lo largo del tiempo se han desarrollado cinco tipos de cemento Portland. El cemento Portland corriente, el tipo I, se ha utilizado en más del 90% de las construcciones en Estados Unidos. Los concreto hechos a base de cemento Portland tipo I requieren generalmente dos semanas para alcanzar la resistencia suficiente para poder retirar las formaletas de vigas y losas y aplicar cargas razonables; estos elementos alcanza su resistencia de diseño después de 28 días (...) Para los casos en que se requiere acelerar la construcción se han desarrollado cementos de alta resistencia inicial, tales como el tipo III (...). (Nilson, 1999, págs. 28,29)

"La resistencia del cemento es el resultado de un proceso de hidratación. Este proceso químico resulta en recristalización en la forma de cristales entrelazados que producen el cemento en vía de hidratación (gel-cemento)(...)" (G. Nawy, 1988, pág. 11).

### 3.2.2 AGREGADOS

Los agregados minerales constituyen la mayor parte del volumen del concreto (entre el 70 y 75 por ciento del volumen), por lo cual es de esperar que las propiedades de los mismos tengan un efecto notable sobre las propiedades del concreto. Según Nilson (1999), "mientras más densamente se pueda empaquetar el agregado con la pasta de cemento, agua y aire ocluido, será mejor el refuerzo, la resistencia a la intemperie y la economía del concreto, por lo cual resulta muy importante la distribución de tamaños de partícula de los agregados".

Los agregados naturales se clasifican generalmente en finos y gruesos. Un agregado fino, también conocido como arena, es cualquier material que pasa el tamiz No. 4 y queda retenido en el tamiz No. 200, es decir entre 4.76 mm y 0.074 mm. El material más grueso que este se clasifica como agregado grueso, o mejor conocido como grava. El tamaño máximo de agregado grueso a utilizarse está controlado por la facilidad para entrar en las formaletas y entre los espacios del acero de refuerzo.

El Boletín ICPC #7 enlista que los agregados afectan al concreto en su durabilidad, en cuanto a su resistencia al congelamiento y deshielo, en su resistencia al humedecimiento y secado, resistencia al calentamiento y enfriamiento, resistencia a la abrasión, la expansión por reacción alcalí agregado, resistencia al fuego, resistencia a los ácidos; también influye en su resistencia mecánica, en cuanto a su limpieza, textura superficial, pues garantiza una mejor adherencia a la pasta de cemento. Como tercer punto, los agregados también influyen en la retracción que se presenta durante e secamiento del concreto, por su potencial de contracción y su módulo de elasticidad. Influye también en sus propiedades térmicas, puesto que el coeficiente de expansión térmica, el calor específico, la conductividad y difusividad térmicas del concreto, están estrechamente relacionados con esas mismas propiedades en el agregado. El peso unitario del concreto depende en gran parte del peso específico del agregado. Por último, tiene influencia en el módulo de elasticidad, la resistencia al resbalamiento y a la economía del concreto, puesto que la misma se controla con la cantidad de cemento necesario para producir la resistencia u otras propiedades requeridas, por la disponibilidad y proximidad de materiales adecuados, y los procesos necesarios para obtener los agregados especificados. (2015, págs. 15-18)

### 3.2.3 AGUA

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y mortero, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. (...) Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua sólo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. (López, 2003, pág. 46)

“El agua empleada en el mezclado del concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo” (Comité ACI 318, s.f., pág. 44).

### 3.2.4 ADITIVOS

En muchas ocasiones se requieren concretos con propiedades especiales, debido a las condiciones o localización de los proyectos, la etapa en la que se encuentren, o el tipo de elemento al que va destinado el concreto, por lo cual se deben de proporcionar agentes químicos que ayuden a modificar las propiedades ordinarias del concreto convencional. Estos agentes son conocidos como aditivos. En ocasiones, por ejemplo, se necesita tener concretos de alta resistencia; esta propiedad está muy condicionada por la relación agua-cemento, por lo que comúnmente, un concreto común de alta resistencia es de poca manejabilidad, debido a la baja cantidad de agua, por lo que se

necesita aumentar su fluidez de alguna manera, para lo que existen aditivos fluidificantes, que permiten aumentar su trabajabilidad, sin reducir su resistencia de diseño. También existen los casos en los que los proyectos quedan a distancias largas de las plantas de producción del concreto, por lo que se utilizan aditivos retardantes de fraguado, entre otros varios casos. También existen en el mercado aditivos acelerantes de fraguado y aditivos incorporadores de aire para protección en el caso de concretos expuestos al congelamiento y al deshielo.

Según López, un aditivo es un material distinto al agua, los agregados y el cemento hidráulico usado como componente en concretos y morteros añadido a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado, siendo hoy en día considerado ya como un ingrediente más del concreto, y no solamente como un complemento, empleado para modificar las propiedades con el fin de que se adecúen a las condiciones particulares del proyecto. (2003, pág. 99)

Una clasificación reducida en términos de su función es la siguiente:

1. acelerantes;
2. incorporadores de aire;
3. reductores de agua y que controlan el fraguado;
4. retardantes;
5. minerales finamente molidos;
6. misceláneos. (este último grupo está dividido en 11 categorías de acuerdo con los efectos característicos de su uso).

### **3.3 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO**

Se conoce como diseño de mezcla el procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades que debe haber de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla de concreto, para obtener de ese material el comportamiento deseado, tanto durante su estado plástico como después, en estado endurecido. (Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014, pág. 123)

Mientras que la resistencia depende de la relación a-c (agua cemento), la economía depende del porcentaje de agregado presente el cual dará una mezcla manejable. El objetivo del diseñador siempre será el de tener mezclas de concreto de resistencia óptima a un contenido de cemento mínimo y aceptable manejabilidad. Entre más baja sea la relación a-c, mayor será la resistencia del concreto. Una vez que se ha establecido la relación a-c y escogido la manejabilidad o consistencia que se necesite para el diseño específico, el resto será el simple manejo de diagramas y tablas basadas en grandes números de mezclas de prueba. (G. Nawy, 1988, págs. 27-28)

Antes de diseñar una mezcla de concreto se deben de conocer datos como el asentamiento, o revenimiento requerido, el cual es una buena medida de la cantidad total de agua de la mezcla para controlar su manejabilidad, la resistencia estructural de diseño ( $f'c$ ), las propiedades de los agregados, como sus pesos unitarios, gradación, capacidad de absorción, el espaciamiento en las barras de acero de refuerzo, las dimensiones mínimas de las formaletas, espesores de losas,

características de la obra en cuanto a los procesos de producción y colocación del concreto, las condiciones particulares del trabajo y los controles de calidad que se deben de llevar a cabo. (2003, pág. 61)

Además de cumplir su propósito específico de establecer las cantidades a usar de cada componente, el diseño de mezcla es una importante herramienta para el análisis teórico de la influencia que ciertos cambios en los materiales o en las proporciones de uso pudieran tener sobre el concreto. Esto abre la puerta a la toma de decisiones sobre aspectos relativos a materiales, equipos, costos, controles y otros. Inevitablemente, los diseños de mezclas tienen cierto grado de imprecisión debido a que las variables que condicionan la calidad y el comportamiento del concreto son numerosas y difíciles de precisar. (Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014, págs. 123,124)

Nilson (1999) menciona dos de los varios métodos de dosificación que existen, uno de los cuales dice lo siguiente: “(...) el llamado método de la mezcla tentativa (...) Seleccionando una relación agua-cemento se pueden producir varias mezclas tentativas con diferentes cantidades de agregados para obtener la resistencia, la consistencia y otras propiedades requeridas con una cantidad mínima de pasta” (pág. 31).

Sobre el método de dosificación del ACI, también Nilson (1999) explica que: “(...) utiliza el asentamiento en conexión con un conjunto de tablas para lograr un estimativo de las proporciones que resultan en las propiedades deseadas (...) para diferentes condiciones (...)” (pág. 32).

Nilson indica que las proporciones seleccionadas preliminarmente con el asentamiento y las tablas se revisan y se van ajustando mediante mezclas de prueba, para obtener finalmente el concreto de calidad deseada. Sin embargo, las propiedades de resistencia de un concreto con proporciones ya definidas varían inevitablemente entre la producción de una mezcla y otra, por lo cual es necesario elegir proporciones que garanticen una resistencia promedio mayor a la resistencia requerida de diseño, para que incluso aquellas mezclas que resulten débiles tengan una calidad adecuada sin bajar de un límite inferior, que sería la resistencia de diseño. (1999, pág. 32)

### **3.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO**

“Bajo este nombre se agrupan todas las actividades tendientes a producir un producto de muy buena calidad. Un buen proceso es definitivo en la resistencia y calidad del concreto ya endurecido” (López, 2003, pág. 82).

### 3.4.1 MEZCLADO

El mezclado es el proceso por el cual se convierten todos los materiales componentes ya mencionados en una pasta homogénea. Existe el mezclado manual y mecánico, el primero solamente recomendado para obras muy pequeñas. Antes de iniciar el mezclado se recomienda la producción de una lechada en la primera mezcla, para evitar que la mezcla resulte muy llena de grava, porque el mortero se queda adherido a las paredes de la mezcladora.

“El orden de vertido de los materiales en la mezcladora es el siguiente:

1. la mitad del agua requerida;
2. luego la arena y el cemento;
3. se agrega la grava y el resto del agua” (López, 2003, pág. 82).

### 3.4.2 TRANSPORTE

El transporte del concreto desde el camión mezclador hasta la formaleta se realiza mediante contenedores con vaciado de ondo, con carretillantes o mediante bombeo a través de tubería metálica. El principal peligro durante el transporte es la segregación, debido a la heterogeneidad de la mezcla, por lo que puede haber separación y asentamiento de los agregados gruesos, mientras que los finos y el agua tienden a subir. Esto tiene como consecuencia que el concreto no se comporte de manera esperada, se generen vacíos y puntos débiles de falla en el concreto colocado. (1999, pág. 33)

“El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregación de los componentes, y sin interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación” (Comité ACI 318, s.f., pág. 75).

### 3.4.3 VACIADO O COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El vaciado es el proceso de transferir el concreto fresco, del dispositivo de conducción a su sitio final de colocación en las formaletas. Antes de hacer la colocación se debe de retirar el exceso de óxido en el acero de refuerzo, se deben limpiar las formaletas y tratar de forma adecuada las superficies endurecidas del concreto previamente colocado. (1999, pág. 33)

Los métodos de colocación del concreto deberán mantenerlo uniforme y librarlo de imperfecciones obvias. Esta fase del trabajo resulta ser a menudo la clave de toda la operación de colocación. Los métodos apropiados de colocación no solo prevendrán la segregación y la aparición de áreas porosas, sino que también evitarán el desplazamiento de las formaletas y del refuerzo, asegurarán la adherencia firme entre las capas,

minimizarán el agrietamiento por contracción de fraguado y producirán una estructura de buena apariencia. (Pineda, 2011, pág. 5)

Para vigas, columna y muros, los moldes deberán estar bien lubricados después de haberlos limpiado, y el refuerzo libre de óxido y otros materiales dañinos. En cimentaciones, la tierra deberá compactarse y humedecerse alrededor de 6 pulgadas de profundidad para evitar la absorción de la humedad presente en el concreto húmedo. Siempre deberá colocarse el concreto en capas horizontales las cuales se compactarán por medio de vibraciones de alta frecuencia ya sea tipo sumergido o externo, como el caso lo requiera, a menos que sea colocado por bombeo. (G. Nawy, 1988, pág. 43)

#### 3.4.4 COMPACTACIÓN DEL CONCRETO

A medida que se coloca, el concreto tiene que consolidarse completa y uniformemente por medio de herramientas manuales, vibradores mecánicos (preferiblemente), reglas vibradoras, o máquinas terminadoras, con el fin de asegurar una estructura densa, una buena adherencia con el refuerzo y superficies lisas. Es indispensable que el concreto se trabaje muy bien alrededor del refuerzo y de otros elementos embebidos, lo mismo que en las esquinas de las formaletas. (Pineda, 2011, pág. 6)

Esta compactación evita la formación de vacíos, asegura un contacto cercano con las formaletas y con el refuerzo, y sirve como remedio parcial a una posible segregación previa.

#### 3.4.5 ACABADO

Es el proceso por el cual se logra una apariencia adecuada, es decir, un terminado, para garantizar la geometría de los elementos vaciados y dar al concreto una textura superficial agradable. El acabado del concreto se obtiene usando una formaleta adecuada, o cuando se trata de superficies libres se realiza manualmente con reglas (boquilleras) o llanas metálicas o de madera. (López, 2003, pág. 85)

#### 3.4.6 CURADO DEL CONCRETO

La resistencia final del concreto depende en gran forma de las condiciones de humedad y temperatura durante el periodo inicial, puesto que su reacción de endurecimiento y adquisición de resistencia requiere de humedad. El mantenimiento de las condiciones adecuadas durante ese tiempo inicial se conoce como curado. Si el secado se da demasiado rápido, se desarrollan superficies de agrietamiento. También se pueden ocasionar disminuciones de la resistencia que se puede obtener si las condiciones iniciales se enfrían demasiado, o si el concreto fresco se llegara a congelar.

El curado se puede lograr manteniendo continuamente húmedas las superficies expuestas mediante rociado, empozamiento, recubriendo con láminas de plástico o mediante la aplicación de componentes sellantes que, usados de manera adecuada, forman membranas retardantes de la evaporación. Adicionalmente al mejoramiento de la resistencia, un curado húmedo adecuado permite un mejor control de la retracción de fraguado. (Nilson, 1999, pág. 34)

## **CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO**

A continuación, se presentarán las actividades y asignaciones con las que se apoyó a lo largo de la práctica profesional y se describe en que consiste cada departamento asignado por un periodo determinado, con el fin de realizar todas las actividades necesarias, como producción de premezclados, mantenimiento, control y seguimiento de equipos, programación de actividades, y entrega de producto al cliente de la mejor manera para una fundición exitosa.

### **5.1 SEMANA 1: DEL 16 DE JULIO AL 21 DE JULIO**

La práctica profesional en la empresa Eterna S.A. específicamente en área de prefabricados mejor conocida como CONETSA inicio con una presentación con los ingenieros encargados de diseños y producciones de la empresa entre los cuales se encontraba el jefe de producción y totalmente encargado del plantel de dosificación ubicado en la 33 calle contiguo al estadio olímpico, San Pedro Sula, Honduras.

Fue en esta presentación donde se asignó el departamento en donde se elaboraría la práctica profesional por el periodo de once semanas consecutivas, tal y como lo exige la jefatura de ingeniería civil de UNITEC.

La primera semana fue exclusivamente de inducción, se recibió un recorrido por todo el plantel de dosificación y así mismo se presentó a todo el personal que labora en el plantel antes mencionado.

Cabe mencionar que el plantel consta de un departamento de dosificación, el mismo esta encargado de corregir diseños de dosificación del concreto y velar por que los camiones concreteros lleguen a tiempo al lugar requerido por el cliente.

También en el plantel se encuentra el departamento de laboratorio y es allí en donde se controlan los porcentajes de humedad de los agregados y así mismo el porcentaje de absorción de los mismos, datos importantes para la elaboración de un correcto diseño de mezcla. En este mismo laboratorio se hacen todas las pruebas requeridas por el ASTM ya que Conetsa es una empresa certificada por la ISO-9001 y es imperativa la elaboración de las pruebas de la norma, como ser volumen de concreto, prueba de aire en el concreto, pruebas de compresión para cilindros, pruebas de flexión para vigas, entre otros.

## 5.2 SEMANA 2: DEL 23 DE JULIO AL 28 DE JULIO

Llego la segunda semana de la práctica profesional y debido a que en la primera semana se aprendió un poco sobre la producción del concreto y todo lo que requiere para que llegue en excelentes condiciones al cliente, según sus especificaciones, en esta semana se permitió hacer visitas de campo junto a los laboratoristas para visitar a los clientes y ser parte de las fundiciones programadas. Se aprendió que antes de una fundición es un proceso el que se debe seguir, este se enumera a continuación:

- 1) El Departamento de Compras envía pedido a oficinas de producción, este contiene la siguiente información:
  - Nombre de Cliente
  - Ubicación de la fundición
  - Volumen de fundición
  - Resistencia requerida
  - Edad de resistencia máxima
  - Revenimiento
  - Cantidad de Cilindros requeridos (Conetsa se respalda obteniendo un muestreo de mínimo 6 cilindros por cada proyecto, esto para las pruebas de compresión para las distintas edades, en este caso se utilizan 2 cilindros para la prueba a 7 días, 2 cilindros para la prueba de 28 días y los 2 restantes quedan en el inventario para estar preparados y prevenir cualquier reclamo. Pero también le da la opción al cliente de pedir datos de la prueba a compresión a una edad de 3 días.)
- 2) Una vez obtenido el pedido con las debidas autorizaciones, se procede a una programación para el siguiente día la cual se pasa al departamento de dosificación.
- 3) El departamento de dosificación envía al laboratorista a revisar áreas y verificar que el volumen de concreto pedido por el cliente este bien y así no tener ningún problema ya sea faltante o sobrante, también revisa que el terreno de fundición este en perfectas condiciones y que el camión concretero pueda entrar bien y sin maltratarse, de lo contrario la empresa está en todo su derecho de cancelar el pedido y por ende la fundición.
- 4) Cuando ya está verificado todo se procede a pedir los camiones concreteros y así iniciar la fundición.

En esta semana se tuvo la asignación de revisar que los volúmenes de concreto requeridos por el cliente eran los correctos y se pudo presenciar las fundiciones de distintos proyectos, tanto fundiciones con canal, así como con bombas.

### **5.3 SEMANA 3: DEL 30 DE JULIO AL 04 DE AGOSTO**

La Semana tres ha iniciado y semana con semana se siente más la confianza depositada y se reconoce que se ha aprendido lo suficiente como para ejecutar las tareas asignadas de la mejor manera. En esta semana se logró el objetivo de visitar proyectos y tratar directamente con el cliente. En esta semana se aprendió a llegar a un acuerdo con el cliente en lo que respecta al concreto que se debe pedir, ya que existen ocasiones en los que el criterio para cubicar no es el mismo y esto puede ocasionar mucha discordia. Pero es aquí donde el profesionalismo sale a la luz y todo se arregla de la mejor manera, para tener una función exitosa.

En esta etapa del proyecto es indispensable utilizar todo lo aprendido en clase. Es aquí donde se pone en práctica todo lo aprendido como ser

- Geometría, ya que es sumamente básico e importante saber sacar los distintos volúmenes para las distintas formas geométricas.
- Procedimientos y Equipos, ya que se debe tomar en cuenta el rendimiento de cada uno de los equipos.
- Administración de obras, porque todo se trabaja en base a costos y es deber del ingeniero encargado optimizar tiempos y dinero.

Ese es el conocimiento más importante que se debe llevar al campo trabajando en esta compañía y claro no se puede escapar todo lo aprendido en el laboratorio de Concreto, ya que se hace a diario lo aprendido en el laboratorio antes mencionado, como ser la prueba de revenimiento utilizando el cono de Abram siguiendo la norma. También se hace a diario la prueba de cilindros a compresión regida por la norma y si el cliente lo requiere se hace la prueba de vigas a flexión regida por la norma, ésta se hace cuando el concreto es mas flexible y se utiliza en pavimentaciones importantes.

### **5.4 SEMANA 4: DEL 06 DE AGOSTO AL 11 DE AGOSTO**

En esta semana se obtuvo la oportunidad de conocer otro departamento dentro de la planta de concretos Conetsa, éste es el departamento de administración.

Este departamento le dio una nueva perspectiva a lo que antes se había aprendido. Es en el departamento antes hablado donde se puede ver cada uno de los costos de cada concreto y todo lo que conlleva dar al cliente el mejor servicio se calculan tantas cosas, como ser:

- Precios de agregados finos y gruesos
- Agua
- Cemento
- Aditivos
- Horómetros de maquinaria por proyecto
- Calculo de horas hombre por proyecto

Además, es en este departamento donde se revisan todos los pedidos de los clientes enviados por el área de ventas, se busca una disponibilidad en la agenda y se programa. Se podría decir que este departamento es el motor de la compañía ya que es aquí donde se toman las decisiones importantes y donde se analizan los puntos críticos y en caso de haber, donde está el tiempo improductivo y como combatir contra él.

#### **5.5 SEMANA 5: DEL 13 DE AGOSTO AL 18 DE AGOSTO**

En esta semana se continuó en el departamento de administración, en esta oportunidad se logró llegar al punto de conocer los indicadores de premezclado de esta empresa, le llaman así ya que con estos indicadores saben exactamente cuáles son los puntos críticos y donde pueden mejorar.

Estos indicadores dan un resumen de absolutamente todo lo que ocurre en la planta, en esta semana se abarco la mitad de los indicadores que es enfocado en la maquinaria.

Es aquí donde se analizan las horas máquinas y sus costos, se toman varios puntos como ser:

- El control de combustible
- El Horómetro inicial y final del día
- El tiempo de cargado
- El tiempo de vaciado
- El tiempo de lavado
- La cantidad de agua necesaria para lavar la maquina
- El control de mantenimiento

En estos indicadores se toma en cuenta absolutamente todo lo que hace la maquinaria para sacar un costo directo realista, así la empresa nunca pierde y la actividad sale rentable.

Cabe mencionar que no solo se lleva el control de los camiones concreteros sino que también se lleva el control de las cargadoras, bombas, plantas dosificadoras, plantas eléctricas y compresores.

#### **5.6 SEMANA 6: DEL 20 DE AGOSTO AL 25 DE AGOSTO**

En esta semana se estuvo presente en el laboratorio practicando distintas pruebas que se le hace al concreto, en esta oportunidad la prueba de revenimiento como ya se sabe concreto de calidad uniforme y satisfactoria, requiere que los materiales se mezclen totalmente hasta que tenga una apariencia uniforme. La mezcla de concreto debe tener una trabajabilidad apropiada para su fácil colocación; una vez endurecido el concreto tendrá que cumplir con el requisito de resistencia para soportar las distintas sollicitaciones a las que podrá estar expuesto y además deberá poseer una adecuada durabilidad frente a las condiciones de exposición a las que será sometido. La trabajabilidad depende de las proporciones y de las características físicas de los materiales, y también del equipo utilizado durante el mezclado, transporte y colocación de la mezcla. Aun así, la trabajabilidad es un término relativo, porque un concreto se podrá considerar trabajable bajo ciertas condiciones y no trabajable para otras. Por ejemplo, un concreto podrá ser trabajable para la hechura de un pavimento, pero será difícil de colocar en un muro delgado con refuerzo complicado. Por ende, la trabajabilidad debería definirse solamente como una propiedad física del concreto fresco, sin hacerse referencia a las circunstancias específicas.

Un componente muy importante de a la trabajabilidad es la consistencia o fluidez de la mezcla de concreto. La consistencia de una mezcla de concreto es un término general que se refiere al carácter de la mezcla con respecto a su grado de fluidez; y abarca todos los grados de fluidez, desde la más seca hasta la más fluida de todas las mezclas posibles. En general, se aprendió que existen varios tipos de consistencia:

- a) Consistencia seca: aquélla en la cual la cantidad de agua es pequeña y simplemente la suficiente para mantener las partículas de cemento y agregados juntas.
- b) Consistencia dura o rígida: posee un poco más de agua que la del tipo a).
- c) Consistencia húmeda. La cantidad de agua es bastante apreciable y se trata de un concreto fluido.

Esta consistencia es requerida por el cliente y como CONETSA es una empresa certificada, es obligatoria hacer esta prueba de revenimiento tanto en sitio como en planta, la cual tiene sigue el procedimiento siguiente:

1. Humedecer el cono de Abrams y colocarlo sobre una superficie plana no absorbente.
2. Llenar el cono con la muestra de concreto en estudio en tres capas, cada una aproximadamente un tercio del volumen del molde.
3. Compactar cada capa con la varilla de compactación dando 25 golpes cuidando que en cada capa la varilla no pase a la capa anterior y distribuyendo uniformemente los 25 golpes deberán distribuir uniformemente sobre toda la sección de cada capa.
4. En el llenado y compactación de la capa superior, el concreto deberá rebosar del molde antes de comenzar el compactado. Si en algún momento de lo compactado el nivel baja, agregar más concreto para mantener siempre un exceso de concreto arriba del molde.
5. Al finalizar el compactado, enrasar el molde utilizando la varilla de compactación.
6. Remover el molde inmediatamente levantándolo cuidadosamente en dirección vertical en un movimiento de cinco segundos.

Otra prueba que se realizó en este departamento fue la ruptura de cilindros y verificando resultados de resistencias.

Para esta prueba el procedimiento es el siguiente:

1. Aceitar el molde cilíndrico.
2. Llenar el cilindro con la muestra de concreto en estudio en tres capas, cada una aproximadamente un tercio del volumen del molde.
3. Compactar cada capa con la varilla de compactación dando 25 golpes cuidando que en cada capa la varilla no pase a la capa anterior y distribuyendo uniformemente los 25 golpes deberán distribuir uniformemente sobre toda la sección de cada capa.
4. En cada compactado con varilla, en cada capa, dar también 12 golpes con un martillo de goma, tres golpes por cada lado del cilindro.
5. Al finalizar el compactado, enrasar el molde utilizando la varilla de compactación.

6. Después de 16 horas pero antes de 48, desmoldar los cilindros y colocarlos en una cámara de agua.
7. Después de tres días, sacar los cilindros de la cámara de agua y ponerlos a secar.
8. Al estar secos los cilindros, con la ayuda de la maquina universal de compresión, determinar la resistencia a compresión de los cilindros.

A través del ensayo realizado en el laboratorio se puede concluir que el concreto presenta alta resistencia a la compresión, de la misma forma se pudo determinar qué tan resistente es el material cuando este es sometido a cargas axiales, por otro lado se pudo ver que lo aprendido teóricamente es fácilmente aplicable en el laboratorio y partir de las ecuaciones aprendidas se pudo calcular el esfuerzo o resistencia del concreto cuando este es sometido a una fuerza de compresión, además se pudo obtener la máxima carga posible aplicada y por último se pudo concluir que no todos los materiales presentan la misma resistencia, esto nos indica que si un material tiene gran resistencia a la compresión es posible que tenga una baja resistencia a la tensión y viceversa, es por esto que es de vital importancia conocer las características de cada uno de los materiales al momento de ejecutar cualquier proyecto para así evitar cualquier tipo de problemas que se puedan presentar debido a la falta de conocimiento del comportamiento de ellos.

#### **5.7 SEMANA 7: DEL 27 DE AGOSTO AL 01 DE SEPTIEMBRE**

En esta semana se salió a campo y se superviso las fundiciones de tubos, el cual se debe de empezar con la verificación del armado, al revisar la cantidad de atados, las medidas y los espaciamientos se prosigue a llenar la hoja de verificación, este para que quede como respaldo que la malla del tubo estaba en óptimas condiciones antes de a fundición, al dar el visto bueno, el contratista empieza con el encofrado, al tener todo listo se prosigue a pedir el concreto, al llegar el concreto a la planta junto con el laboratorista se le realiza la prueba de revenimiento, el concreto debe de estar con un revenimiento de 5 pulgadas, al chequear el concreto y que este bien, se prosigue con dar el visto bueno para que el contratista empiece con la fundición de los mismos, se debe de verificar que el contratista realice un buen vibrado, ya que el vibrado debe de realizarse tres capas y el vibrador debe de estar mínimo 19 segundos para que no queden burbujas y esto impida que los tubos queden bien. Al terminar de realizar la función se debe de esperar a cuando el contratista empiece a desencofrar. La realización de desencofrado es una parte muy importante ya que aquí se observa como quedo el tubo, al igual que con las mallas se debe de llenar en la hoja de

verificación como quedo el tubo ya terminado, donde se debe de verificar que no queden burbujas, que no tenga grietas transversales y capilares, si se nota una de estas anomalías en el tubo se le debe de decir al contratista que realice el resane de los tubos malos, para después poder realizar la verificación nuevamente.

Se superviso la fundición de postes de 30,35 y 40 pies de longitud, con el mismo procedimiento de supervisión de los tubos, con el detalle que la verificación de la malla de los postes es un poco más compleja por la forma en la que es armada, al terminar con la hoja de verificación se prosigue con pedir el concreto, al llevar el concreto a la planta se le realiza junto a un laboratorista la prueba de revenimiento en el que debe de tener un revenimiento de 5 1/2 pulgadas, el revenimiento de los postes es un poco más alto por lo difícil que es poder vibrarlo, ya que es en forma octagonal y el vibrador no entra todo hasta la parte inferior.

#### **5.8 SEMANA 8: DEL 03 DE SEPTIEMBRE AL 08 DE SEPTIEMBRE**

En esta ocasión obtuvo la oportunidad de regresar y así poder continuar en el departamento de administración, esta vez se logró seguir conociendo los indicadores de premezclado de esta empresa, que como se había explicado anteriormente le llaman así ya que con estos indicadores saben exactamente cuáles son los puntos críticos y donde pueden mejorar.

Estos indicadores dan un resumen de absolutamente todo lo que ocurre en la planta, en esta semana se abarco el producto premezclado que la empresa vende, es decir el concreto.

No está de más mencionar que le empresa cuenta con más de 122 diseños distintos de mezcla, estos están diseñados para todas las necesidades desde las resistencias más bajas hasta las de mayor demanda, desde los concretos más rígidos hasta los más flexibles. Y claro depende el medio en el que sea quiere fundir la dosificación, por lo tanto, existen diseños para fundiciones con canal y para fundiciones con bomba.

Para este indicador también es necesario, tomar varios puntos en cuenta como ser:

- Peso volumétrico del agregado fino
- Peso volumétrico del agregado grueso
- Peso volumétrico del concreto
- Revenimiento en planta y en sitio del concreto
- Muestras de Cilindros

- Porcentaje de absorción de agregados gruesos y finos.
- Porcentaje de humedad de agregados gruesos y finos.
- Peso unitario del Concreto
- Prueba de Granulometría de agregados
- Prueba de Hidrometría
- Prueba de Colorimetría

En estos indicadores se toma en cuenta absolutamente todo, lo que hace ayuda que el concreto llegue en perfectas condiciones al cliente para sacar un costo directo realista, desde las pruebas del laboratorio hasta los costos de la materia prima, así la empresa nunca pierde y la actividad sale rentable.

#### **5.9 SEMANA 9: DEL 10 DE SEPTIEMBRE AL 15 DE SEPTIEMBRE**

En semana nueve, se obtuvo el privilegio de trabajar de la mano con el ingeniero encargado de toda la planta de producción y premezclado y se continuo trabajando con los indicadores de premezclado antes mencionados, en esta oportunidad se conoció todo sobre ventas, se podría decir que en este punto es donde inicia y termina la producción de concreto ya que todo inicia con la solicitud del cliente en el departamento de ventas, luego ese departamento lo transmite a producción y este se ingresa al indicador de premezclado, lo más importante en este punto es contabilizar que es lo que sale de la planta por eso se podría concluir que aquí finaliza la producción, también ya que uno de los procedimientos de la empresa es cubicar y existen muchas ocasiones en las que el cliente cubica mal y es deber de la planta de producción pedir concreto extra o como le llaman en el indicador “un ajuste” para que la fundición salga completa y no haga falta nada. Así como se puede necesitar un ajuste también pueden haber cancelaciones, ya que existen ocasiones en las que el cliente pide mas de lo que ocupa y tampoco se quiere que el cliente pierda.

## **5.10 SEMANA 10: DEL 17 DE SEPTIEMBRE AL 21 DE SEPTIEMBRE.**

En esta semana se estuvo presente en el laboratorio nuevamente, en esta ocasión se clasificaron los agregados. Como ya se sabe los agregados están constituidos por infinidad de partículas de diferentes tamaños; para poder dosificar el concreto es necesario tener en cuenta este dato, por lo que implica hacer el análisis granulométrico. Al hacer el análisis granulométrico se puede conocer todas las diferentes partículas de los agregados, y a la vez, el tamaño de todas estas partículas.

Esta semana tiene como finalidad presentar el procedimiento y resultados obtenidos en la práctica de laboratorio, la cual consto en realizar el análisis granulométrico mecánico a una muestra de suelo, agregado fino y grueso, y determinar el tamaño de las partículas de la respectiva muestra.

Se describirá detalladamente el procedimiento llevado a cabo y el paso a paso de los cálculos necesarios para poder obtener los resultados deseados.

Como ya se sabe el análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que tiene el suelo. Este ensayo se realiza con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas. La granulometría está directamente relacionada con las características de manejabilidad del hormigón fresco, la demanda de agua, la compacidad y la resistencia mecánica del hormigón endurecido.

La distribución de tamaños de las partículas en una masa de suelo se representa usualmente con la curva granulométrica, en la cual el porcentaje de partículas inferiores a un tamaño en particular se representa en función de ese tamaño en escala logarítmica. Berry (1993) considero que "...en arenas y gravas se hace un análisis por tamizado y con un análisis por sedimentación para la fracción limosa" (p.#34). Esto quiere decir que según el análisis granulométrico se dividirá el suelo en grava, arena, arcilla y limo donde los limos y arcillas se estudiaran con el análisis de sedimentación o hidrometría.

Las partículas de limo tienen tamaños que las colocan por debajo de los límites para los análisis por tamizado, por lo que se hace el análisis por sedimentación. Este ensayo trata de ver el comportamiento de las partículas más finas dentro de la suspensión en el agua. Un procedimiento alterno es el método de hidrometría.

Un análisis granulométrico por mallas se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco, bien pulverizado y pasándolo a través de una columna de mallas de abertura cada vez más pequeña y con una charola en el fondo. Se mide la cantidad de suelo retenido en cada amalla y se determina el porcentaje el porcentaje acumulado de suelo que para a través de cada malla. Esta cifra se designa generalmente como el porcentaje de partículas menores al tamaño asociado a la malla. (p.#2)

La Guía de Laboratorio de Concreto que se sigue aquí en la empresa CONETSA, indica alguno de las limitaciones al realizar análisis granulométrico:

- El número de tamices es limitado mientras las partículas tienen un número de tamaños ilimitados
- Se miden partículas irregulares con mallas de forma regular
- No provee información de la forma del grano
- Las partículas de menor tamaño tienen a adherirse a las de mayor tamaño

La curva granulométrica de un suelo es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Esta gráfica se encuentra en una hoja semi-logarítmica donde en la parte del lado derecho están los valores porcentuales del material que pasó el tamiz, en la parte superior están los tamices que se usaron y en la parte inferior están los diámetros de los tamices en milímetros. La curva granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de granos de las partículas.

Un indicador importante es el módulo de finura, que describe los tamaños de los agregados finos (arenas), es decir, nos proporciona una idea del grosor o finura del agregado. El cálculo del módulo de finura de una arena se realiza sumando los porcentajes retenidos acumulados por las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, y dividiendo esta suma entre 100. Cambios significativos en la granulometría de la arena tienen una repercusión importante en la demanda de agua y, en consecuencia, en la trabajabilidad del hormigón, por lo que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del concreto. Si el módulo de finura de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina; y si el módulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana. Y si el módulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa.

El análisis granulométrico es importante ya que analiza si el agregado puede ser utilizado de la manera que se requiere para la construcción a llevar a cabo.

El procedimiento que se llevo a cabo en esta semana fue la siguiente:

#### Cuarteo

1. Se vierte el agregado en el piso a modo que quede en un solo sitio.
2. Con la ayuda de una pala, mover la arena del centro hacia afuera del material, luego hacer el mismo movimiento contrario hasta formar un cono inverso sobre el piso.
3. Una vez hecho el paso 2, cambiar de posición la muestra. Realizar los pasos 1 y 2 cuatro veces más.

4. Cuando el material se encuentre en su última posición, con la pala, realizar un corte a la mitad dos veces, obteniendo así, cuatro partes.

En CONETSA se realizan el Análisis granulométrico mecánico y este es el procedimiento que se siguió:

1. Tomar una muestra representativa del agregado, entre 1000 g y 3000 g para el agregado grueso, y entre 100 g a 500 g para el agregado fino, y colocarla en una tara.
2. Ordenar el juego de tamices de mayor a menor diámetro.
3. Para el agregado grueso, arreglar los tamices de la siguiente manera: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No.4, No.8 y fondo. Para el agregado fino, arreglar los tamices de la siguiente manera: 3/8", No.4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 y fondo.
4. Colocar los tamices en el agitador mecánico y verter la muestra dentro de ellos.
5. Activar por 15 minutos el agitador mecánico.
6. Pesa las fracciones retenidas en cada tamiz; los pesos se van acumulando.

### **5.11 SEMANA 11: DEL 24 DE SEPTIEMBRE AL 28 DE SEPTIEMBRE.**

Llego la ultima semana y al igual que la semana pasada se trabajó en el laboratorio, esta vez haciendo pruebas de agregados.

Esta es una de las practicas más comunes, la del peso volumétrico de los agregados. El concreto es básicamente una mezcla de tres componentes agregados, un conglomerante y agua. La reacción de estos dos componentes forma una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece. El peso volumétrico (también llamado peso unitario o densidad en masa) de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen al que se hace referencia, es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas de agregado. El peso volumétrico aproximado de un agregado usado en un concreto de peso normal, varía desde aproximadamente 1,200 kg/m<sup>3</sup> a 1,760 kg/m<sup>3</sup>. El contenido de vacíos entre partículas afecta la demanda de mortero en el diseño de la mezcla. Los contenidos de vacíos varían desde aproximadamente 30% a 45% para los agregados gruesos hasta 40% a 50% para el agregado fino.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: gruesos y finos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partículas que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es del 19 o el 25mm. Un agregado fino es cualquier material que pasa por el tamiz No. 4. Arthur H. Nilson habla de los tipos de agregados livianos, "...para concreto estructural ligero se utilizan preferiblemente los agregados procesados debido a su mejor control, estos pueden ser lutitas expandidas, arcillas, pizarras, escoria o ceniza... (Diseño de estructuras de concreto, pag.30) ”

Para agregados, tanto finos como gruesos, o las combinaciones de éstos, podemos calcular dos tipos de pesos volumétricos:

- Peso Volumétrico Suelto
- Peso Volumétrico Compactado

Los métodos para determinar los dos tipos de pesos volumétricos describen tres formas de llenar el recipiente:

- Peso volumétrico suelto

- Método de la pala o cuchara
- Peso volumétrico compactado:
- Método de la varilla
- Método por asentamiento

Según el manual del constructor dice “La selección de las proporciones del concreto incluye un balance entre una economía razonable y los requerimientos para lograr la colocación, resistencia, durabilidad, peso volumétrico y apariencia adecuada. (Pag.47)”. Sabiendo esto, es meramente obligatorio realizar varios estudios en el concreto con el propósito de cumplir con estos estándares.

En la Norma ASTM C 29 se define” la densidad total o bruta (bulk density) o peso unitario de los agregados como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas”. De forma resumida el peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción y se expresa en  $\text{lb/ft}^3$  ( $\text{kg/m}^3$ ).

Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para el proporcionamiento de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra.

El procedimiento para esta prueba es el siguiente:

#### Cuarteo

1. Se vierte el agregado en el piso a modo que quede en un solo sitio.
2. Con la ayuda de una pala, mover la arena del centro hacia afuera del material, luego hacer el mismo movimiento contrario hasta formar un cono inverso sobre el piso.
3. Una vez hecho el paso 2, cambiar de posición la muestra. Realizar los pasos 1 y 2 cuatro veces más.
4. Cuando el material se encuentre en su última posición, con la pala, realizar un corte a la mitad dos veces, obteniendo así, cuatro partes.

### Calibración de la Cubeta.

1. Pesar la cubeta y el recipiente que se usara, solo.
2. Llenarlo completamente con agua y volverlo a pesar.
3. Tomar la temperatura del agua.
4. Obtener el peso específico del agua.
5. Calcular el volumen del recipiente, con el peso específico del agua obtenido en el paso 4.

### Método de la Cuchara

1. Realizar el cuarteo.
2. Tomar material de dos partes opuestas en diagonal.
3. Llenar el molde que se esté usando. Para el caso de la arena el cilindro metálico y para la grava, la cubeta ya calibrada.
4. Una vez lleno el recipiente, pesar en la balanza de piso los recipientes mas sus agregados respectivos.
5. Hacer el paso 2, 3, y 4 para las otras dos partes restantes.

### Método de la Varilla

1. Realizar el cuarteo.
2. Tomar material de dos partes opuestas en diagonal.
3. Llenar el molde que se esté usando. Para el caso de la arena el cilindro metálico y para la grava, la cubeta ya calibrada.
4. Empleando la cuchara, tomar material y dejar caer dentro del recipiente desde una altura de 2", llenando el recipiente en 3 capas, dándole 25 golpes de varilla a cada capa, después proceder a enrasar utilizando la misma varilla.
5. Pesar el recipiente conteniendo el material.
6. Hacer los pasos del 2 al 5 nuevamente para las otras dos partes restantes.

### Método por Asentamiento

1. Realizar el cuarteo.
2. Tomar material de dos partes opuestas en diagonal.
3. Llenar la cubeta ya que este método solo se le realizara a la grava.
4. Empleando el cucharón, tomar material y dejar caer dentro del recipiente desde una altura de 2", llenando el recipiente en 3 capas.
5. Definir una esquina de donde se va tomar el molde, y dejar caer sobre la otra esquina. Para cada capa se hace 25 golpes de estos.
6. Pesar el recipiente conteniendo el material.
7. Hacer los pasos del 2 al 6 nuevamente para las otras dos partes restantes.

Finalizando estas pruebas se sacan los cálculos y se envían a los ingenieros encargados.

Y así es como se concluyo la practica profesional, realmente fue una experiencia increíble.

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES**

1. La constructora Eterna ha sido dedicada a la construcción de obras civiles, especializada en diseño y construcción de carreteras, puentes, muelles y sistemas de alcantarillado. Gracias a la alta demanda de proyectos que la empresa ha tenido, esta se vio obligada a inaugurar una nueva empresa exclusivamente para suplir necesidades de prefabricados y premezclado, es así como nace CONETSA. Estas empresas son certificadas por la ISO 9001 y es por eso que siguen procedimientos específicos según normas establecidas, mismas normas aprendidas a lo largo de la formación profesional en Unitec.
2. En definitivo, a lo largo de la práctica profesional se pudo utilizar todo lo aprendido en la carrera de Ingeniería civil iniciando por la clase de procedimiento y equipos que está ayudo a tomar y calcular rendimientos para hacer una planificación de labores óptima.
3. Exactamente como se aprendió en las clases y el laboratorio de concreto, Conetsa toma un muestreo de mínimo 6 cilindros por cada proyecto, esto para las pruebas de compresión para las distintas edades en este caso se utilizan 2 cilindros para la prueba a 7 días, 2 cilindros para la prueba de 28 días y los 2 restantes quedan en el inventario para estar preparados y prevenir cualquier reclamo. Pero también le da la opción al cliente de pedir datos de la prueba a compresión a una edad de 3 días. Todo esto para darle la seguridad al cliente que el concreto suministrado es altamente confiable y con la resistencia prometida.

## **CAPITULO VI. RECOMENDACIONES**

CONETSA es una empresa ejemplar e impecable, pero en esta existe un extenso catálogo de personal y debido a la temporada de lluvias una muy poca demanda de trabajo. Creando así mucho tiempo improductivo en la planta que a la larga genera pérdidas para la misma. Se recomienda un recorte de personal al menos por esta temporada y así la empresa no tiene perdidas.

## CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA

Comité ACI 116. (s.f.). *Terminología del cemento y el hormigón*.

Comité ACI 318. (s.f.). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. Farmington Hills: American Concrete Institute.

G. Nawy, E. (1988). *Concreto reforzado un enfoque básico*. México D.F.: Prentice-Hall Hispanoamericana.

Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto. (2015). Influencia de las Características de los Agregados en las Propiedades del Concreto. *Revista ISCYC*, 15-18.

López, L. G. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Nilson, A. H. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto* (Duodécima ed.). Santafé de Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL.

Pineda, J. (2011). Producción del Concreto. *Revista ISCYC*, 5-16.

## CAPITULO VIII. ANEXOS



Figura 2. Inspeccionando el área de trabajo para iniciar la fundición.

Fuente: Propia.



Figura 3. Fundición de losa de entepiso para apartamentos utilizando bomba de presión.

Fuente: Propia.