

**PREPARACION, MANEJO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO
EN LA CIUDAD DE POPAYAN**



**INFORME FINAL PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTIA)
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

MARIO FERNANDO MELO CEBALLOS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN**

2009

**PREPARACION, MANEJO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO
EN LA CIUDAD DE POPAYAN**



**INFORME FINAL PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTIA)
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

MARIO FERNANDO MELO CEBALLOS

**DIRECTOR:
ING. GERARDO RIVERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN**

2009

Nota de Aceptación:

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director

Popayán, 08 de Junio de 2009

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTADO DE FOTOS.....	6
RESUMEN.....	9
DEFINICIONES	10
1.OBJETIVOS.....	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos específicos	13
2.INTRODUCCION.....	14
3. JUSTIFICACION.....	15
4. INFORMACION DE LA EMPRESA	16
5. INFORMACIÓN OBTENIDA.....	17
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	18
7. DESARROLLO DE LA PASANTIA	19
7.1 Actividades a Desarrollar Dentro de la Empresa	19
8. GENERALIDADES SOBRE EL CONCRETO.....	23
8.1 ¿Qué es el Concreto?.....	23
8.2 Concreto Premezclado.....	24
8.3 Concreto Bombeado	25
9. MATERIALES.....	27
9.1 Cemento.....	27
9.2 Agregados.....	29
9.2.1 Agregado Fino	30
9.2.2 Agregado Grueso	31
9.3 Agua de Mezcla	32
9.4 Aditivos.....	33
10. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	34
10.1 Cemento.....	34
10.2 Agregados.....	36

10.3 Agua.....	37
10.4 Aditivos.....	37
11. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES EN PLANTA.....	39
12. PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MEZCLAS, TRANSPORTE Y COLOCACION EN OBRA	40
12.1 Verificación de Materiales	41
12.2 Funcionamiento de la Planta.....	45
12.3 Toma de Muestras para Ensayos en Planta	48
12.4 Control Durante el Transporte del Concreto	52
12.5 Toma de Muestras para Ensayos en Obra	52
12.6 Ensayo de Asentamiento en Obra	53
12.7 Descarga de Concreto Desde los Vehiculos.....	58
12.7.1 Descarga sin Bomba	59
12.7.2 Descarga con Bomba y Tubería.....	60
12.7.3 Concreto Tremie.....	76
13. CURADO DEL CONCRETO.....	84
14. CONTROLES DE CALIDAD DEL CONCRETO Y DE LOS VOLUMENES SUMINISTRADOS.....	86
14.1 Resistencia del Concreto	86
14.2 Elaboración de Cilindros	87
14.3 Errores en la los Ensayos de Asentamiento y Elaboración de Cilindros	94
15. VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO	97
CONCLUSIONES.....	98
ANEXOS.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	102

LISTADO DE FOTOS

	Pág.
FOTO 1. IMAGEN DE CONCRETO COLOCADO SOBRE UNA LOSA	24
FOTO 2. BOMBA ESTACIONARIA Y TUBERIA ARMADA	25
FOTO 3. DETALLE DE LA PASTA DE CONCRETO	26
FOTO 4. CAMION TRANSPORTADOR DE CEMENTO	28
FOTO 5. BASCULA DONDE SE PESA EL AGREGADO	29
FOTO 6. AGREGADO FINO	31
FOTO 7. AGREGADO GRUESO	32
FOTO 8. DETALLE DE ADITIVOS DE SIKA	34
FOTO 9. PREPARACION PARA DESCARGA DE CEMENTO	35
FOTO 10. SISTEMA DE SEGURIDAD DEL CAMION DE ARGOS	36
FOTO 11. ALMACENAMIENTO DE ADITIVOS	37
FOTO 12. DETALLE DEL ADITIVO CON SU NOMBRE	38
FOTO 13. SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADITIVOS	39
FOTO 14. TOLVAS PARA DOSIFICACION DE AGREGADOS	42
FOTO 15. TOLVA QUE RECIBE LOS AGREGADOS DE LA BANDA TRANSPORTADORA	42
FOTO 16. RETROEXCAVADORA CARGANDO AGREGADOS	43
FOTO 17. TOLVAS LLENAS CON AGREGADOS	44
FOTO 18. CONTROLADOR DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS	45
FOTO 19. CONTROLADORES DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS	46
FOTO 20. COMPUERTAS DE CONTROL DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS	46
FOTO 21. SILO DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO Y VEHICULO CARGANDO	47

	Pág.
FOTO 22. MOLDES PARA ELABORAR CILINDROS Y VIGUETAS	50
FOTO 23. OPERARIO VERIFICANDO CILINDROS ENUMERADOS	50
FOTO 24. OPERARIO SACANDO CILINDROS LISTOS PARA ENSAYOS	51
FOTO 25. TOMA DE MUESTRA EN CARRETILLA	53
FOTO 26. MEZCLADO DE LA MUESTRA EN LA CARRETILLA CON PALA	54
FOTO 27. MEZCLADO DE LA MUESTRA EN LA CARRETILLA CON ESPÁTULA	54
FOTO 28. ELABORACION DEL CONO PARA ENSAYO DE ASENTAMIENTO	55
FOTO 29. APISONADO DE LAS CAPAS DEL CONO	56
FOTO 30. LEVANTAMIENTO DEL CONO PARA PERMITIR EL ASENTAMIENTO	57
FOTO 31. VERIFICACION DEL ASENTAMIENTO	57
FOTO 32. DESCARGA DE CONCRETO CON BOMBA Y TUBERIA	58
FOTO 33. RECOLECCION DE CONCRETO VACIADO EN EL PISO	59
FOTO 34. DETALLE DE CODOS ACOPLADOS A LA TUBERIA	61
FOTO 35. TROMPA DE ELEFANTE (MOCO)	61
FOTO 36. SUBIENDO TUBERIA CON SOGAS	62
FOTO 37. OPERARIOS ARMANDO LA TUBERIA	63
FOTO 38. DETALLE TOLVA BOMBA ESTACIONARIA	65
FOTO 39. MECANISMO DE BOMBEO	65
FOTO 40. APLICACIÓN DE ADITIVO A LA MEZCLA ANTES DE LA DESCARGA	67
FOTO 41. REVISION DE CONSISTENCIA DE LA MEZCLA CON EL ADITIVO	68
FOTO 42. DETALLE CONCRETO DENTRO DE MEZCLADORA	68
FOTO 43. DETALLE PURGA	69
FOTO 44. AGUA CON PURGA	70
FOTO 45. DESCARGA DE CONCRETO EN LA TOLVA	71
FOTO 46. DETALLE DESCARGA DE CONCRETO EN LA TOLVA	72

	Pág.
FOTO 47. SALIDA Y EVACUACION DE LA PURGA	73
FOTO 48. EXCAVACION PARA PILOTE	78
FOTO 49. DETALLE DEL REFUERZO	78
FOTO 50. PILOTE CON EL REFUERZO DENTRO	79
FOTO 51. GRUPO DE PILOTES LISTOS PARA VACIADO DE CONCRETO	80
FOTO 52. TUBERIA ACOPLADA DENTRO DEL PILOTE	81
FOTO 53. EQUIPO DISPUESTO PARA COLOCACION DE CONCRETO	82
FOTO 54. CONCRETO BAJANDO POR LA TUBERIA	82
FOTO 55. PILOTES FUNDIDOS	83
FOTO 56. CURADO DE CONCRETO (1)	85
FOTO 57. CURADO DE CONCRETO (2)	85
FOTO 58. ERRORES EN LA TOMA DE CILINDROS	89
FOTO 59. CILINDRO ASTILLADO LUEGO DE DESENCOFRAR	90
FOTO 60. PISCINA PARA CURADO DE CILINDROS	91
FOTO 61. CILINDROS MAL ELABORADOS	92
FOTO 62. CILINDROS CUBIERTOS CON PLÁSTICO	93

RESUMEN

Dentro de este informe final del trabajo de pasantía se presenta el desarrollo del proceso que se lleva a cabo dentro de una empresa productora de concreto premezclado, así como también se mencionan algunas recomendaciones importantes a tener en cuenta en el manejo de este tipo de concretos.

Es importante aclarar que toda la información consignada dentro de este trabajo es el resultado de la observación y la experiencia del estudiante en el transcurso de su participación como miembro del grupo de trabajo de la empresa.

Todo el trabajo desarrollado en la pasantía ha servido para enriquecer los conocimientos adquiridos dentro de la Universidad, de igual forma ha contribuido en mi formación personal y profesional.

DEFINICIONES

ABRAZADERA: Es un anillo que abraza el extremo de los tubos para sujetarlos entre sí.

ACERO: Aleación de hierro y carbono, en diferentes proporciones, que, según su tratamiento, adquiere especial elasticidad, dureza o resistencia.

ADITIVO: Material diferente al cemento, a los agregados o al gua que se añade al concreto, antes o durante la mezcla, para modificar una o varias de sus propiedades; sin perjudicar su durabilidad ni su capacidad de resistir esfuerzos.

AGREGADOS: Conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales, tales como arena, grava, triturado, etc., que al mezclarse con el material cementante y el agua produce el concreto.

AGUA PARA CONCRETO: Es el agua que se utiliza por sus características para formar parte dentro de una mezcla de concreto.

BOMBA ESTACIONARIA: Maquina impulsada por un motor que se utiliza para transportar el concreto en una dirección determinada hasta su lugar de colocación.

CAMISAS: Son elementos metálicos o plásticos en forma de cilindros y con unas dimensiones especificadas por la norma que sirven para elaborar las muestras que serán llevadas posteriormente al laboratorio.

CEMENTO: Mezcla formada de arcilla y materiales calcáreos, sometida a cocción y muy finamente molida, que mezclada a su vez con agua se solidifica y endurece.

CODOS: Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.

CONCRETO: Mezcla homogénea de material cementante, agregados inertes y agua, con o sin aditivos.

CONCRETO ACELERADO: Tipo de concreto al cual se le adiciona una sustancia (aditivo) que le permite fraguar en menos tiempo del normal.

CONCRETO MR 40: Concreto que se utiliza para pavimentos rígidos. (Módulo de Rotura = 40 Kg/cm²)

CONCRETO NORMAL: Concreto que se utiliza para la fundición de cualquier elemento y que no requiere aditivos especiales aparte de los que se utilizan normalmente.

CONCRETO RETARDADO: Concreto al cual se le adiciona una sustancia retardante que le permite aumentar significativamente su tiempo de fraguado.

CONCRETO TREMIE: Es un concreto fluido y altamente cohesivo, sin segregación y de fácil colocación.

CURADO: Proceso por medio del cual el concreto endurece y adquiere resistencia, una vez colocado en su posición final.

DENSIDAD: Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3).

DESENCOFRAR: Quitar la formaleta a un elemento para ponerlo en servicio.

DOSIFICACION: Proporción correcta de los componentes de una mezcla de concreto.

EMPAQUES: Elementos plásticos de forma circular que ayudan a prevenir derrame de concreto en los puntos en donde se conectan los tubos.

ENCOFRADOS Y FORMALETAS: Moldes con la forma y las dimensiones de los elementos estructurales. En los cuales se coloca el refuerzo y se vierte el concreto fresco.

FRAGUADO: Proceso en el cual el concreto pasa del estado fluido al sólido.

GRANULOMETRIA: Dimensiones con las que deben cumplir un agregado para formar parte de una determinada mezcla de concreto.

HORMIGUEROS: Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie del concreto cuando el mortero no logra cubrir los espacios entre agregados

LOSA: Elemento estructural horizontal, o aproximadamente horizontal, macizo o con nervaduras, que trabaja en una o dos direcciones, de espesor pequeño en relación con sus otras dimensiones.

MIXER: Camión mezclador que se utiliza para transportar el concreto desde la planta productora hasta la obra.

MUESTRA: Cantidad de concreto que saca del mixer para realizar algún tipo de ensayo.

PSI: Sistema Americano de medida utilizado en nuestro país, significa libras por pulgada cuadrada.

PURGA: Fino polvo blanco que se mezcla con agua y se deja pasar por la tubería para permitir que el concreto pase sin dificultades.

SILO: Estructura cilíndrica de grandes dimensiones que permite el almacenamiento de grandes cantidades de cemento.

SLUMP (CONO DE ABRAHAMS): Ensayo que se le hace al concreto para determinar su asentamiento.

TUBERIA: Conducto formado de tubos por donde se transporta el concreto.

VIBRADOR: Aparato utilizado para vibrar el concreto y darle un mejor acomodo dentro de cualquier elemento estructural.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General:

Entender perfectamente cómo funciona el concreto hidráulico desde su elaboración en planta, transporte y colocación en obra, así como el cumplimiento de las características de resistencia y durabilidad exigidas para el tipo de obra que habrá de utilizarse, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad.

1.2 Objetivos específicos:

- ❖ Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil en lo relacionado al manejo del concreto.
- ❖ Observar las características de los diferentes materiales utilizados para la elaboración de una mezcla de concreto.
- ❖ Conocer el funcionamiento de una planta productora de concreto premezclado.
- ❖ Adquirir conocimientos sobre el concreto, y la importancia de darle un buen manejo, tanto en planta como en obra.
- ❖ Verificar la calidad que se obtiene al producir un concreto bajo las normas técnicas NSR-98.
- ❖ Presentar un informe final, indicando la experiencia adquirida durante la práctica y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

2. INTRODUCCION

Debido a la responsabilidad que implica obtener la mejor calidad de un concreto, es de vital importancia que tanto los ingenieros como cada uno de los trabajadores, cumplan con honestidad y respeto cada uno de los oficios que les correspondan, y de esta manera lograr en conjunto resultados óptimos que permitan elaborar un buen plan de trabajo.

La empresa productora y distribuidora de concreto tiene la responsabilidad de entregar a cada uno de sus clientes un producto que les garantizará la seguridad y confiabilidad que están buscando, y así lograr mantener la buena imagen y el reconocimiento alcanzado hasta el momento, cumpliendo a cabalidad con la normatividad establecida por las leyes Colombianas.

Cada uno de los clientes exige, que para cualquier especificación del concreto que se les envíe se cumpla con los requisitos de seguridad, durabilidad, manejabilidad, funcionalidad y economía dentro de la obra.

3. JUSTIFICACION

Este trabajo de pasantía tiene como finalidad, abrir las puertas al aprendizaje de forma directa dentro de la empresa y en las diferentes obras en donde se realice el suministro de concreto, además de permitir adquirir experiencia y aplicar los conocimientos aprendidos durante la etapa de formación académica dentro de la Facultad de Ingeniería Civil, todo esto contando con el asesoramiento de los miembros de la empresa CONCREVALLE LTDA , de los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca y bajo la dirección del Profesor Gerardo Rivera, logrando fortalecer así la teoría por medio de la observación y la práctica.

Durante este proceso se aprenderá a conocer con mayor claridad las características del concreto, así como también a coordinar el personal que trabaja dentro de la empresa y en las obras, y realizar actividades administrativas, ya que un Ingeniero debe estar pendiente de todas las labores que se realicen dentro de la empresa donde labora.

4. INFORMACION DE LA EMPRESA

CONCREVALLE LTDA es una empresa dedicada a la producción de concreto premezclado en la ciudad de Popayán, y cuenta con una completa planta que le permite producir distintos tipos de concreto.

La central de producción se encuentra ubicada en el Parque Industrial B-14 de la ciudad de Popayán, y está provista de un área amplia para el almacenamiento de agregados, una planta con un equipo electrónico que permite la dosificación correcta de los materiales que conforman la mezcla de concreto, 1 silo para el almacenamiento de cemento, una piscina de curado, 1 retroexcavadora, 3 camiones mixer, 1 bomba estacionaria (con todos sus accesorios) y 1 volqueta.

Esta planta tiene la capacidad de producir todo tipo de concreto, bajo cualquier especificación y volumen solicitado.

Además de todo esto, los concretos diseñados y producidos por la empresa están sujetos a los requisitos solicitados por las Leyes Colombianas y por la NSR-98.

5. INFORMACIÓN OBTENIDA

Toda la información consignada en este documento y necesaria para el desarrollo del mismo, es el resultado de la experiencia adquirida durante el proceso de pasantía, además de la capacitación brindada por los Ingenieros de CONCREVALLE LTDA, investigación en materiales bibliográficos y datos obtenidos por internet.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	SEMANA			
MES	1	2	3	4
AGOSTO				
SEPTIEMBRE				
OCTUBRE				
NOVIEMBRE				
DICIEMBRE				
ENERO				
FEBRERO				

RECONOCIMIENTO DE LA PLANTA	
CAPACITACIÓN	
LABORES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS	

7. DESARROLLO DE LA PASANTIA

Dentro de las dos primeras semanas de inicio de la pasantía, el estudiante estuvo bajo la supervisión de los Ingenieros de la empresa, quienes brindaron la asesoría suficiente al alumno para poder desarrollar las actividades que le serían asignadas.

Durante este tiempo, se realizaron visitas a las obras donde se hacía el suministro de concreto y se ejecutaron trabajos de supervisión dentro de ellas, así como también dentro de la planta, con el fin de que el pasante conociera las labores que se desarrollaban dentro de la empresa y que tuviera relación con los clientes y los empleados.

Una vez terminada la inducción, ya estaba en capacidad para estar al frente de las obras y de la planta. De manera general debía estar pendiente del manejo del concreto cada vez que llegaba a una obra, y autorizar el inicio de la descarga, así como también controlar la llegada de los materiales a la planta.

7.1 Actividades a Desarrollar Dentro de la Empresa:

Entre las diferentes actividades que integraron las labores como pasante, están:

- Verificar el volumen y calidad de cada uno de los materiales que llegaban a la planta (cemento, agregados y aditivos), e informar oportunamente en caso de no contar con la cantidad suficiente.

- Controlar los tiempos de salida y llegada de los mixer a la planta.
- Controlar el tiempo de descarga de cada mixer en las obras.
- Manipular el concreto de forma adecuada, agregando los aditivos necesarios y en la proporción correcta para permitir la descarga de cada vehículo.
- Organizar a los trabajadores para desarrollar las actividades previstas dentro del tiempo considerado.
- Realizar toma de muestras a los vehículos y hacer los ensayos especificados por la norma NSR-98 (ensayo de asentamiento y toma de cilindros).
- Enviar los cilindros al laboratorio una vez cumplieran con la edad especificada para hacerlo.
- Asesorar a los trabajadores sobre la importancia de darle un adecuado manejo al concreto.
- Coordinar junto con los Ingenieros y los trabajadores de las obras el descargue de cada vehículo para evitar retrasos o vehículos estacionados por más tiempo del necesario.

- Estar pendiente del funcionamiento de los equipos de trabajo (mixer, bomba estacionaria, tubería, retroexcavadora, volqueta y demás).
- Detectar problemas que se pudiesen presentar, y en caso de suceder, buscar y recomendar soluciones prácticas y técnicas.
- En ocasiones cubicar en las obras, ya fuese en planos o directamente, el volumen requerido para cada jornada de trabajo.
- Estar pendiente en las descargas, de manera que la colocación del concreto se haga según las normas para evitar posibles complicaciones futuras.
- Coordinar desde las obras con la planta los volúmenes requeridos y el tipo de concreto solicitado.

Para la realización de todas estas actividades siempre se contaba con una copia de las normas NSR-98, de las ACI, y además con la asesoría de los Ingenieros de la empresa, aunque en ocasiones también se hacía necesario investigar bibliografía diferente, y en algunos casos consultar en internet.

El seguimiento de todo este trabajo se hizo también mediante la toma de fotografías las cuales servirán de ayuda para presentar la información aquí consignada.

Con el fin de presentar este trabajo de una manera ordenada se empezará por mencionar algunas generalidades sobre el concreto, para después iniciar con el proceso que se desarrolla desde la obtención de los materiales hasta la colocación del concreto y la obtención de los ensayos de laboratorio.

Durante el desarrollo de este informe se presentará una serie de actividades que se desarrollan dentro de la empresa, en las cuales el pasante estuvo involucrado de manera directa participando activamente de todas ellas.

8. GENERALIDADES SOBRE EL CONCRETO

8.1 ¿Qué es el Concreto?

El concreto es una roca artificial formada básicamente por la mezcla de dos componentes, agregados y pasta. La pasta compuesta de Cemento Portland y Agua, une a los agregados (arena y grava), para formar una masa semejante a una roca, pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el Agua, convirtiéndose en un material de construcción bastante resistente que trabaja en su forma líquida capaz de adoptar una gran variedad de formas, colores y texturizados para ser usado en una infinidad de aplicaciones.

Además de los elementos ya mencionados, a la mezcla se le puede incorporar otro componente que se conoce genéricamente como aditivo que sirve para modificar alguna o algunas de las propiedades del concreto.



FOTO 1. IMAGEN DE CONCRETO COLOCADO SOBRE UNA LOSA

8.2 Concreto Premezclado:

Es aquel que se entrega al cliente como una mezcla en estado no endurecido (mezcla en estado fresco). Es uno de los materiales de construcción más populares y versátiles debido a que sus propiedades son adecuadas a las necesidades de las diferentes aplicaciones así como su resistencia y durabilidad para soportar una amplia variedad de condiciones ambientales.

El concreto premezclado es aquel que se prepara en una planta central y se entrega listo para su colocación, ofreciendo grandes ventajas y permitiendo mejores condiciones de control, además de grandes volúmenes en obra.

8.3 Concreto Bombeado:

Su uso resulta ser muy útil en algunos lugares y zonas donde el acceso es limitado o restringido por no disponer espacio suficiente para almacenar materiales o equipos, evitando el uso de carretillas, grúas, elevadores etc.



FOTO 2. BOMBA ESTACIONARIA Y TUBERIA ARMADA

Después de una dosificación adecuada, mezclado, colocación, consolidación, acabado y curado, el concreto endurecido se transforma en un material de construcción resistente, no combustible, durable, con buena resistencia al desgaste y prácticamente impermeable que requiere poco o nulo mantenimiento.

La calidad de un concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta y en un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula y los espacios entre ellas deben estar cubiertos en su totalidad por la pasta.



FOTO 3. DETALLE DE LA PASTA DE CONCRETO

9. MATERIALES

Como ya se mencionó anteriormente, el concreto está constituido por una mezcla de varios elementos, los cuales se describen a continuación.

Los resultados de los ensayos de calidad de los materiales serán incluidos dentro de los anexos de este informe.

9.1 Cemento:

El cemento que se utiliza en la planta para producir los diferentes tipos de concreto es el Cemento Portland Tipo III, que permite obtener altas resistencias iniciales comparadas con las que se obtienen al usar cemento tradicional, generalmente una semana o menos, usado cuando se debe retirar pronto la formaleta o se debe poner en servicio rápidamente.

Este material es llevado hasta la planta en un camión para luego ser almacenado dentro de un silo.



FOTO 4. CAMION TRANSPORTADOR DE CEMENTO

La planta cuenta con un dispositivo que permite dosificar la cantidad de cemento en peso que debe agregarse a cada camión para un volumen determinado. Con este mismo aparato se puede hacer el control para los agregados y el agua.

El cemento debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321, también ASTM C150, ASTM C595, y ASTM C845.



FOTO 5. BASCULA DONDE SE PESA EL AGREGADO

9.2 Agregados:

Son materiales inertes de forma granular, naturales o artificiales que junto con la pasta pueden formar el concreto o mortero.

Los agregados ocupan la mayoría del volumen del concreto usado en las construcciones comunes, entre el 60% y 80%, siendo sus características muy influyentes en las propiedades del concreto fresco y endurecido, por lo cual su selección es muy importante.

Para poder definir la calidad de los agregados es necesario determinar sus propiedades, tanto químicas como físicas.

En la planta se cuenta con un mecanismo electrónico que ayuda a dosificar por peso la cantidad de cada uno de los agregados que forman parte de la mezcla, este mecanismo es el mismo que se mencionó para el cemento.

Además de todas estas consideraciones también se tiene en cuenta el tamaño de los agregados usados en la elaboración de las diferentes mezclas, el cual es sugerido por los encargados de cada una de las obras.

Los agregados para concreto deben cumplir con las normas NTC 174 (ASTM C33), NTC 4045 (ASTM C330), o que a juicio del supervisor técnico puedan ser usados en la elaboración de concreto.

9.2.1 Agregado Fino:

El agregado fino es aquel cuyas partículas tienen un tamaño máximo inferior a 4.76 mm (Tamiz #4) y no menor de 0.074 mm (Tamiz #200).

Para todas las mezclas de concreto el agregado fino que se utiliza es arena, proveniente de Santa Bárbara en la ciudad de Popayán.



FOTO 6. AGREGADO FINO

En algunas ocasiones se utilizó materiales diferentes a los cuales se les hizo las pruebas de laboratorio respectivas para verificar su calidad.

9.2.2 Agregado Grueso:

El agregado grueso es aquel cuyas partículas tienen un tamaño superior a 4.76 mm (Tamiz #4).

El agregado grueso utilizado en las mezclas de concreto procede de la cantera de CONEXPE en la ciudad de Popayán, aunque también se trabaja en algunas ocasiones con un agregado traído desde la ciudad de Cali.



FOTO 7. AGREGADO GRUESO

9.3 Agua de Mezcla:

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, la primera es permitir la hidratación del cemento y la segunda hacer la mezcla manejable. Cualquier agua que sea apta para el consumo humano y que no tenga sabor u olor notable se considera apropiada para formar parte en la preparación del concreto, sin embargo no ocurre en sentido inverso, es decir el agua que se usa en estas mezclas no siempre es apta para ser consumida por las personas.

De todas maneras se debe hacer un control de la cantidad de agua que se adiciona a cada vehículo dependiendo del volumen de concreto que contenga, y en la planta se cuenta como ya se mencionó antes con un dispositivo electrónico que permite realizar esta acción de manera apropiada.

Se recomienda que el agua utilizada en la mezcla del concreto cumpla con la norma NTC 3459.

9.4 Aditivos:

Como se ha venido mencionando, los componentes básicos del concreto hidráulico, son el cemento, el agua y los agregados, por tanto, cualquier otro ingrediente que se incluya se puede considerar como un aditivo.

Un aditivo se emplea, no solamente para modificar algunas de sus propiedades en estado fresco o endurecido, sino también por economía o porque en algunos casos el uso de aditivos puede ser el único medio posible para obtener los resultados requeridos.



FOTO 8. DETALLE DE ADITIVOS DE SIKA

10. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

10.1 Cemento:

El cemento es transportado dentro de un camión desde el sitio de producción hasta la planta. Una vez llega el camión a la planta se verifica que tenga los sellos de seguridad en la parte superior del tanque, y un representante de la empresa se dirige en el camión a realizar el pesaje del mismo y de esta manera determinar la cantidad de cemento que contiene, comparándola con la que está consignada en los recibos de entrega.

Una vez se han hecho todos los controles, se procede a la descarga del material, se conecta una manguera desde el camión que trae el cemento hasta el silo, y luego este se llena a presión. El cemento almacenado dentro del silo se mantiene seguro y a salvo de la contaminación y el agua de lluvia.



FOTO 9. PREPARACION PARA DESCARGA DE CEMENTO



FOTO 10. SISTEMA DE SEGURIDAD DEL CAMION DE ARGOS

10.2 Agregados:

Los agregados, tanto la grava como la arena, son almacenados dentro del lote del cual dispone la planta y sobre el terreno natural, sin que interfieran con el tráfico de los vehículos, ni con las labores que realizan los empleados que trabajan en la planta.

Los agregados son transportados en volquetas desde el lugar donde se producen hasta la planta donde se descargan separadamente, y operario de la planta se encarga de realizarle algunos controles visuales, como verificar el volumen que contiene cada una de ellas (cubicar), comparándolo con el volumen que aparece en el recibo de entrega y observar detenidamente que no contengan elementos extraños que puedan contaminarlos o la mezcla de concreto.

10.3 Agua:

El agua de mezcla que se utiliza para la elaboración de los distintos tipos de concreto procede de la red local de suministro para uso doméstico y sus características están garantizadas ya que proviene directamente del acueducto.

10.4 Aditivos:

Los aditivos se almacenan en el interior del lote y se protegen debidamente de la contaminación y la intemperie dentro de los barriles donde son enviados desde la fábrica de producción.



FOTO 11. ALMACENAMIENTO DE ADITIVOS

Por seguridad cada barril tiene el nombre del aditivo que contiene escrito en la tapa y de esta manera se pueden identificar fácilmente a la hora de su utilización en la mezcla, y así se evitan confusiones por parte de los operarios y problemas futuros en las características y propiedades de la mezcla.

Al momento de hacerse necesario el uso de algún tipo de aditivo, cada barril se ha acondicionado con un tubo que permite la dosificación correcta de este material permitiendo su salida y evitando que se produzca algún tipo de desperdicio, lo cual resultaría demasiado desfavorable para la empresa debido al costo que posee cada uno de estos barriles, unos más costosos que otros dependiendo del tipo de aditivo.



FOTO 12. DETALLE DEL ADITIVO CON SU NOMBRE



FOTO 13. SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADITIVOS

11. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES EN PLANTA

Este control de calidad se hace específicamente para los agregados, tomando muestras representativas de cada uno de ellos y enviándolas al laboratorio para que les realicen los correspondientes ensayos y de esta manera determinar si cumplen las especificaciones y puedan ser utilizados en la elaboración de mezclas de concreto.

Con respecto al cemento, la empresa productora (ARGOS) hace llegar hasta la oficina los controles que le han hecho al material y por supuesto los resultados de los ensayos, sin embargo la concretera se encarga de verificar que los resultados sean los esperados realizando una serie de pruebas que lo confirmen.

12. PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MEZCLAS, TRANSPORTE Y COLOCACION EN OBRA

Obtener un buen concreto para una estructura es de vital importancia, y para lograrlo se debe tener en cuenta muchos factores que permitan cumplir con las exigencias propuestas por los calculistas y encargados de la ingeniería de un proyecto. Entre los factores más importantes se destacan los siguientes:

- Una óptima selección de agregados, cemento, agua y aditivos.
- Un adecuado sistema de proporcionamiento.
- Un buen sistema de mezclado.
- Un buen sistema de transporte y colocación.
- Un adecuado curado.

Lo primero que se hace en la planta es verificar que los materiales se encuentren en condiciones (libres de hojas o contaminantes, humedad adecuada, etc.) y en las cantidades necesarias para la elaboración de las mezclas.

Una vez se tienen todos los materiales de la planta y en las cantidades suficientes se procede a elaborar las mezclas de concreto para su posterior distribución en la ciudad de Popayán.

12.1 Verificación de Materiales:

La planta posee dos tolvas en las cuales se depositan los agregados por separado y a ellas se encuentra acoplada una banda transportadora por medio de la cual los agregados suben hasta otra tolva más pequeña desde donde caen al interior de la mezcladora del mixer.

Estas tolvas se encuentran conectadas a la cabina de control por medio de un sistema electrónico que permite la dosificación correcta en peso de cada uno de los agregados.



FOTO 14. TOLVAS PARA DOSIFICACION DE AGREGADOS



FOTO 15. TOLVA QUE RECIBE LOS AGREGADOS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Con la retroexcavadora se toman los agregados desde su sitio de almacenamiento y son vaciados hasta llenar cada una de las tolvas.



FOTO 16. RETROEXCAVADORA CARGANDO AGREGADOS

Desde el punto de control situado en la cabina que está en la planta se verifica el peso del material que se ha dispuesto en cada tolva, el cual es el necesario para cargar con el volumen indicado a cada vehículo.

Posteriormente el mixer se ubica debajo de la tolva que está situada al final de la banda transportadora de tal forma que el embudo que permite el ingreso del material dentro de la olla del camión quede debajo de esta tolva para comenzar con el proceso de llenado de los materiales.



FOTO 17. TOLVAS LLENAS CON AGREGADOS

El cemento dentro del silo se deja caer en la tolva que está situada debajo de él y que dispone de una báscula similar a la de los agregados, y un operario se encarga de dosificar la cantidad correcta moviendo una palanca que abre y cierra una compuerta ubicada en el fondo del silo.

Cuando el cemento cae dentro de la tolva, es transportado dentro de un tubo mediante un tornillo sin fin hasta la parte superior la cual se conecta al igual que la banda transportadora a la misma tolva para dejar caer el cemento dentro del mixer.

Con respecto al agua, se dispone dentro de la caseta de control un cuenta litros que permite verificar la cantidad de agua que se le agrega a cada vehículo, sin excederse. El agua es llevada hasta el mixer por medio de una manguera que se encuentra situada en la parte superior de la tolva que permite la caída de los agregados y el cemento.

12.2 Funcionamiento de la Planta:

Desde la caseta de control, un operario se encarga de ir adicionando los materiales que forman la mezcla de concreto uno a uno y en el orden correcto mediante un mecanismo electrónico conectado a las tolvas que contienen los agregados y al silo donde está almacenado el cemento.



FOTO 18. CONTROLADOR DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS



FOTO 19. CONTROLADORES DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS

Por medio de este mecanismo se puede controlar unas compuertas que están ubicadas debajo de cada tolva y que dejan caer cada uno de los agregados sobre la banda transportadora en la cantidad correcta para evitar desperdicios.



FOTO 20. COMPUERTAS DE CONTROL DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS

Primero se adiciona el agregado grueso, luego el agregado fino, el cemento y finalmente el agua y el aditivo retardante, aunque durante el proceso se agrega una pequeña cantidad de agua constantemente.

Siempre hay un operario encargado de revisar la banda transportadora durante la carga de cada mixer, con el fin de verificar que no pasen elementos extraños que puedan perjudicar la mezcla.



FOTO 21. SILO DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO Y VEHICULO CARGANDO

Cada vehículo está en capacidad de transportar sin dificultad una cantidad de 7 M³ de concreto, aunque en ocasiones se pueden adicionar 8M³, o también se agregan menos de los 7M³ como por ejemplo el caso en que se necesite algún tipo de complemento (al cual dentro de la empresa se le conoce como (“ajuste”) si se necesita fundir parte de un elemento estructural con un volumen menor que la capacidad de cada mixer.

Con los materiales dentro del mixer, se debe mezclar a una velocidad constante, que es controlada mediante una palanca de la cual está provisto cada vehículo, y durante este proceso de mezclado un operario se encarga de verificar la consistencia del concreto dentro de la mezcladora y de añadir una determinada cantidad (la cual se ha calculado previamente) de un aditivo retardante que le permitirá a la mezcla llegar en las condiciones ideales a la obra para su posterior colocación.

12.3 Toma de Muestras para Ensayos en Planta:

Posteriormente se saca una muestra en una carretilla y se procede a realizar el ensayo de asentamiento para verificar el asentamiento con que sale el concreto desde la planta.

Con otra muestra tomada del mismo vehículo se elaboran los cilindros que servirán para ser enviados al laboratorio para su rotura.

Tanto los datos del asentamiento como los de la elaboración de cilindros son consignados en unos formatos establecidos por la empresa para tener suficiente información de cada toma y de cada fundición.

Los cilindros son enumerados y estos datos también se consignan para poder identificarlos una vez hayan cumplido su tiempo y se encuentren listos para relizar los ensayos respectivos. En el caso de tratarse de concreto para pavimentos, lo que se elaboran son unas viguetas, con las cuales se sigue el mismo procedimiento que con los cilindros para la consignación de los datos.

Tanto cilindros como viguetas se desencofran a las 24 horas de su elaboración y se ponen dentro de la piscina de curado en agua con cal hasta el día de ser ensayados.

El lugar donde se realiza la toma de los cilindros y las viguetas debe estar alejado de todo contacto con contaminación o personas que puedan moverlos alterando de esta forma su estado.

Otra consideración que se debe tener en cuenta para estas muestras es que al momento de ser almacenadas no se deben agrupar unas encima de otras, ni

tampoco de alguna manera en la que puedan sufrir algún daño por contacto entre ellas mismas.



FOTO 22. MOLDES PARA ELABORAR CILINDROS Y VIGUETAS



FOTO 23. OPERARIO VERIFICANDO CILINDROS ENUMERADOS



FOTO 24. OPERARIO SACANDO CILINDROS LISTOS PARA ENSAYOS

Cuando los cilindros están listos para ser llevados al laboratorio, estos se deben transportar con mucho cuidado, y el laboratorio donde se llevan, cuenta con unas cajas divididas en secciones que ayudan a transportarlos sin que sufran ningún tipo de maltrato.

Luego se consignan en el recibo los datos que servirán como sustento al camión que está siendo despachado. En el recibo se consignan datos como propietario de la obra y dirección, tipo de concreto y su resistencia de diseño, asentamiento obtenido en planta, volumen despachado, horas de salida de planta, llegada a obra, salida de obra, y de llegada a planta entre otros datos importantes.

12.4 Control Durante el Transporte del Concreto:

Cuando sale el primer vehículo de la planta, se le hace entrega de un recibo al conductor para control, quien se dirige con el camión a la obra donde se hará la entrega.

En el transcurso del viaje desde la planta hasta la obra se debe verificar que la mezcladora esté girando a una velocidad constante, no muy rápido ni muy lento, para evitar que el concreto se segregue o que se produzca pérdida de materiales.

Una vez el vehículo llega a la obra, se le entrega el recibo al encargado, quien lo revisa y da el visto bueno para comenzar con la descarga.

12.5 Toma de Muestras para Ensayos en Obra:

Antes de iniciar cualquier descarga se hace otra toma de muestra en una carretilla y el representante de la empresa es el encargado de hacer el ensayo con el cono de Abrahams, para determinar nuevamente el asentamiento con que llega el concreto desde la planta.

Tanto para el ensayo de asentamiento como para la elaboración de cilindros, la toma de muestras se hace de la misma manera.



FOTO 25. TOMA DE MUESTRA EN CARRETILLA

12.6 Ensayo de Asentamiento en Obra:

Se realiza el ensayo de asentamiento según la norma NTC 396:

- Antes de empezar con el ensayo, se mezcla un poco la muestra tomada en la carretilla para procurar la homogeneidad de la misma.

Dentro de los anexos se encuentra una tabla que indica el asentamiento necesario para determinados fines.



FOTO 26. MEZCLADO DE LA MUESTRA EN LA CARRETILLA CON PALA



FOTO 27. MEZCLADO DE LA MUESTRA EN LA CARRETILLA CON ESPÁTULA

- El cono tiene unas aletas en la base, sobre las cuales se debe parar quien está haciendo el ensayo para ejercer presión y evitar que se mueva durante el proceso.
- Se toman varias cantidades de concreto de la carretilla hasta llenar el cono al primer tercio.



FOTO 28. ELABORACION DEL CONO PARA ENSAYO DE ASENTAMIENTO

- Con la varilla, se dan 25 golpes a la primera capa de tal forma que logre un buen acomodo de la mezcla.
- Se llena el cono hasta el segundo tercio y con la varilla se dan otros 25 golpes procurando que esta penetre la capa inmediatamente anterior mas o menos hasta un tercio produciendo una especie de cosido entre las dos capas.

- Después se llena el cono de tal forma que quede un exceso de concreto por encima de la base superior para que al ser golpeado con la varilla el nivel baje, y se realiza el mismo proceso que en la segunda capa.



FOTO 29. APISONADO DE LAS CAPAS DEL CONO

- Una vez terminadas las tres capas, se enrasa el cono, se limpia alrededor de él para evitar que los sobrantes obstruyan el proceso, y gracias a dos agarraderas ubicadas cerca de la base superior del cono, se levantan lentamente y se deja que se asiente.



FOTO 30. LEVANTAMIENTO DEL CONO PARA PERMITIR EL ASENTAMIENTO

- Cuando se ha terminado de asentar ubico el cono al lado, se pone la varilla encima de él, y con un metro se mide la diferencia entre la altura del cono, y un promedio de la altura de la muestra ya asentada.



FOTO 31. VERIFICACION DEL ASENTAMIENTO

- Este valor en pulgadas se compara con el valor que está consignado en el recibo y debe estar dentro del rango permitido.

12.7 Descarga de Concreto Desde los Vehiculos:

Para poder empezar la descarga hay varias formas, la primera es directamente desde el mixer dejando caer el concreto por la canal del camión hasta el punto de colocación o sobre el piso siendo recogido y transportado en carretillas hasta su ubicación final. La segunda forma es por medio de la tubería con la bomba, se deja caer el concreto por la canal hasta la tolva de la bomba desde donde es impulsado a presión hasta el lugar asignado. Otra forma es la que se conoce como concreto tremie.



FOTO 32. DESCARGA DE CONCRETO CON BOMBA Y TUBERIA

Ya sea con bomba o sin ella, en muchas ocasiones el concreto al llegar a la obra necesita ser manipulado con aditivos por una persona que se encuentre capacitada para hacerlo, ya que a veces se dificulta un poco el proceso de descarga y colocación.

12.7.1 Descarga sin Bomba

cuando la descarga se hace directamente sin utilizar bomba el cuidado que se debe tener es al momento de la descarga es que el piso donde se va a acumular el concreto este limpio, o en caso de vaciarlo directamente sobre las carretillas, el operador del mixer debe controlar la cantidad de material que descarga cada vez para evitar problemas de desperdicio.



FOTO 33. RECOLECCION DE CONCRETO VACIADO EN EL PISO

12.7.2 Descarga con Bomba y Tubería

Cuando se utilizan bomba y tubería, el cuidado en la descarga es mucho mas exigente pues en ocasiones se hizo necesario el bombeo de concreto a grandes alturas, lo cual representa un riesgo en el manejo de los equipos.

Para colocar concreto usando la bomba, se debe tener bastante cuidado al momento de armar la tubería y realizar su tendido, el cual se conoce como “línea de resbalamiento”, siendo este es un factor muy importante al momento de realizar la descarga, pues de la forma en que se realice su tendido depende en gran medida el rendimiento de la bomba. Cabe mencionar aquí que dentro de la bibliografía con la que contaba en algún aparte relacionado con el uso de bombas se menciona que por cada metro de tendido vertical de tubería se disminuye el rendimiento en tres metros de tendido horizontal, por lo que a grandes alturas la descarga se complica para cualquier tipo de bombas estacionarias sin importar la marca o la potencia.

Cuando se utiliza la tubería para bombear a grandes alturas, esta es elevada por medio de sogas para llevarla al lugar precisado y los operarios de la bomba se encargan de realizar este trabajo.

La tubería consta de 25 tubos de acero, que se acoplan entre si mediante empaques y abrazaderas, los cuales garantizan la unión perfecta entre tubo y tubo sin importar la longitud del tendido. Además de estos implementos también se

cuenta con codos y semicodos del mismo material de los tubos y en una variedad de ángulos que facilita la colocación de la tubería en lugares en donde se podría presentar alguna dificultad. Vale la pena mencionar que la primera parte de la tubería se conecta a la tolva de la bomba desde donde es impulsado el concreto.



FOTO 34. DETALLE DE CODOS ACOPLADOS A LA TUBERIA

Otro implemento que también forma parte de la tubería es la trompa de elefante que tiene el mismo diámetro pero de mayor longitud que se adapta al final de la tubería y que permite barrer un ángulo bastante amplio lo que evita perder mucho tiempo acoplando o desacoplando algunos tubos de forma innecesaria, esta manguera la conocemos o le hemos dado el nombre de “el moco”.



FOTO 35. TROMPA DE ELEFANTE (MOCO)

Al momento de armar la tubería hay que estar pendiente que los operarios no la tendieran por lugares en donde podrían presentarse obstáculos, o que el golpeteo producido por la presión que se ejerce dentro de los tubos pudiese dañar parte de la estructura, ya que en ocasiones se sujetaba la tubería mediante sogas a algunas partes de la estructura como por ejemplo vigas o columnas, ni que tampoco ocasionara daño alguno a cualquier elemento que se encontrara en su camino.



FOTO 36. SUBIENDO TUBERIA CON SOGAS



FOTO 37. OPERARIOS ARMANDO LA TUBERIA

Como algunas veces el tendido de la tubería se veía dificultoso, el trabajo del pasante en esta parte consistía en ir a la obra uno o algunos días antes de la fundición para poder establecer el grado de dificultad al armar la tubería, y determinar si se podía montar el mismo día o se presentaba la necesidad de realizar el trabajo el día anterior.

En ocasiones no se contaba con la totalidad de los empleados de la empresa encargados de la tubería, por lo tanto otra parte del trabajo como pasante en estos casos consistía también en colaborar en su armada para evitar pérdidas de tiempo y retrasos en las descargas, cosa que disgustaría en gran medida a los dueños de las obras.

La bomba con la que se cuenta en la planta es una bomba estacionaria Make Reed modelo A30, que permite bombear concreto con tamaño máximo de agregado de 1", motor de 82 HP, y con un rendimiento que yo mismo determiné de aproximadamente 30M³. Yd. / Hr. Está en capacidad de bombear concreto hasta una altura de 100 metros sin dificultad, aunque dependiendo, pues si se reducen los tramos verticales esta altura puede ser mayor.

Esta bomba dispone de una tolva con una capacidad aproximada de 0.20M³, la cual recibe el concreto que desciende por la canal del mixer y lo impulsa a través de la tubería.

Dentro de la tolva hay dos orificios, por uno de los cuales el concreto es recibido desde la tolva, y por el otro es expulsado hacia la tubería. La tolva también posee una rejilla que ayuda a evitar el paso de partículas muy grandes o masas de concreto secas hacia su interior, y una tapa en el fondo que permite descargar el concreto sobrante y ayuda a la limpieza de la misma.



FOTO 38. DETALLE TOLVA BOMBA ESTACIONARIA



FOTO 39. MECANISMO DE BOMBEO

Una de las ventajas que pude apreciar al bombear concreto, es que la tubería ocupa poco espacio, obstaculizando al mínimo el paso de los trabajadores dentro de la obra y por los lugares donde se ha dispuesto.

❖ **Manejabilidad del Concreto:** con el camión listo para comenzar la descarga y con el resultado del ensayo de asentamiento, se procede a agregarle una cierta cantidad de un aditivo plastificante con el fin de mejorar las condiciones de la mezcla para realizar el bombeo. Este aditivo lo que hace es darle más fluidez a la mezcla y permite que circule dentro de la tubería con mayor facilidad.

Otra de las razones por la cual se utiliza este aditivo a pesar de haber obtenido el asentamiento esperado es que facilita a los trabajadores la colocación con las palas, o por sugerencia de los encargados.

Se toma la cantidad de aditivo necesaria para realizar este proceso dentro de un balde graduado y luego se llena el el resto del balde con agua. Posteriormente se procede a agregar el aditivo a la mezcladora, teniendo mucho cuidado de no excederse en el uso de este elemento.



FOTO 40. APLICACIÓN DE ADITIVO A LA MEZCLA ANTES DE LA DESCARGA

Después de agregarle el aditivo al concreto, se deja mezclar por algunos minutos revisando constantemente el estado de la mezcla, tiempo durante el cual se debe realizar otra actividad que consiste en purgar la tubería.

La duración del mezclado debe ser suficiente para garantizar la homogeneidad de la mezcla, para esto, y como se trata de concreto premezclado se debe cumplir con los procedimientos estipulados en las normas NTC 3318 (ASTM C94) o NTC 4027 (ASTM C685).



FOTO 41. REVISION DE CONSISTENCIA DE LA MEZCLA CON EL ADITIVO



FOTO 42. DETALLE CONCRETO DENTRO DE MEZCLADORA

- ❖ **Purgado de la Tubería:** cuando se ha terminado con la instalación de la bomba y la tubería, el paso a seguir preparar una purga que va a servir para facilitar el paso del concreto dentro de la tubería y va a reducir al mínimo problemas de secado del concreto dentro de ella.

En muchas empresas utilizan como purga un mortero, pero nosotros empleamos un elemento diferente, se trata de un polvo fino de color blanco que viene empaquetado y que cumple la misma función que el mortero.



FOTO 43. DETALLE PURGA

Para este proceso lo primero que se hace es llenar la tolva completamente con agua, garantizando que no se produzca fuga por ninguna parte, una vez llena la tolva se agrega al agua la purga y se mezcla durante algunos minutos con las manos hasta obtener una consistencia gelatinosa.



FOTO 44. AGUA CON PURGA

- ❖ **Descarga del Concreto:** después de transcurrido el tiempo de mezclado y con la purga lista se procede a la descarga, no sin antes tener en cuenta y garantizar que el lugar de disposición final del concreto esté en condiciones apropiadas para su colocación.

La norma NSR-98 menciona los preparativos previos a la colocación del concreto, como son:

- Retirar residuos de los lugares donde se colocará el concreto.
- Proteger adecuadamente la parte interna de las formaletas.
- Humedecer las unidades de mampostería que estarán en contacto con el concreto.
- El refuerzo debe estar libre de recubrimientos perjudiciales.
- El sitio de colocación del concreto debe estar libre de agua.

Primero se bombea la purga y se espera un momento hasta que quede un poco de esta dentro de la tolva sin permitir que se acabe, en ese momento se agrega el concreto en la tolva evitando que se derrame.



FOTO 45. DESCARGA DE CONCRETO EN LA TOLVA



FOTO 46. DETALLE DESCARGA DE CONCRETO EN LA TOLVA

Como lo primero que se bombea es el agua con la purga, se deja que esta salga primero y se trata de evacuar procurando que no entre en contacto con el elemento que se va a fundir. Por otro lado “el moco”, es lavado tambien por dentro con esta misma purga pero aún sin acoplarse a la tubería, ya que no es aconsejable hacerlo por experiencia propia.

Durante el proceso de bombeo del concreto se debe tener cuidados especiales que se mencionan a continuación:

Un operario se encarga de seguir la trayectoria del concreto desde el comienzo de la tubería dando leves golpes a esta con el fin de ayudar a que pase con facilidad y verificando de esta forma el punto exacto donde viene la mezcla.

Cuando la mezcla se aproxima a la salida, se detiene por un momento el bombeo y se procede a conectar “el moco” al extremo, y después de conectado, se continúa con el proceso.



FOTO 47. SALIDA Y EVACUACION DE LA PURGA

Durante la colocación del concreto en el elemento que se está fundiendo, se debe supervisar el proceso, verificando que el material se coloque adecuadamente y según los requerimientos de las normas.

Uno de los factores que se deben supervisar al momento de la colocación del concreto es el vibrado del mismo, ya que por este aspecto se pueden derivar problemas como por ejemplo la segregación debido al exceso del vibrado, o problemas futuros tales como los hormigueros.

Si no está presente y pendiente al momento de la colocación, cualquier problema que se presente más adelante puede ser atribuido a la calidad del concreto, perjudicando de manera directa a la empresa.

En algunas ocasiones no se puede garantizar que los vehículos permanezcan el tiempo estipulado según la norma, ya sea por fallas en los equipos, porque la obra no está lista, o por cualquier otra razón, en estos casos se puede mantener el concreto en óptimas condiciones con aditivos, agregándolos en las cantidades precisas las cuales se han calculado previamente para cada caso, aunque esto no resulta conveniente para la empresa debido a que estos aditivos adicionales no son costeados por los dueños de las obras sino por la misma empresa, y estos gastos son elevados debido a los altos precios de los aditivos, por esta razón se debe procurar que el tiempo de descarga de cada mixer sea el apropiado.

Durante el bombeo, es necesario estar pendiente que cada vehículo se descargue en el tiempo sugerido por la norma, aproximadamente dos (2) horas por carro, ya que pasado este tiempo no se puede garantizar la resistencia del concreto a los clientes, puesto que el material va perdiendo las características iniciales con las cuales se diseñó.

Otro inconveniente derivado por la demora en la descarga es que el concreto después de cierto tiempo comienza a perder fluidez y se hace complicado su paso a través de la tubería ocasionando el mismo problema de sobrecostos por la utilización de aditivos.

También sucede que transcurrido algún tiempo, el concreto puede fraguar, secándose dentro del mixer (aún si se lo mezcla constantemente), dentro de la tolva, o en la tubería.

En estos casos aparece la necesidad de tomar decisiones inmediatas, y gracias a que se cuenta con la autorización de las directivas de la empresa, se puede hacer, por ejemplo, si el concreto se empieza a secar dentro del mixer hay que decidir si continuar con el bombeo, agregarle aditivo o despachar el vehículo hacia la planta, y aunque cualquiera de estas opciones es correcta, se debe pensar rápido y todo depende de tener un buen criterio al momento de elegir, y establecer los pro y los contra de cada opción.

En el caso tal que se empiece a secar el concreto dentro de la tubería, la mejor decisión a criterio es desarmarla, limpiarla y volverla a armar, aunque en este proceso se puede tardar mucho tiempo sobre todo cuando el tendido de la tubería es demasiado extenso, es mucho mejor hacerlo, pues si la mezcla se seca completamente dentro de los tubos es en gran medida más dispendioso limpiar la tubería en este caso.

Cuando se comienza a secar la mezcla que está en la tolva es fácil de detectar, pues no permite bombear nada de concreto, y en este caso es conveniente abrir la compuerta que tiene para evacuar su contenido, limpiarla y continuar bombeando.

De todos modos, se debe estar siempre presente para identificar el problema en caso de presentarse alguno y ofrecer una solución técnica y lógica.

12.7.3 Concreto Tremie

Es un concreto fluido y altamente cohesivo, sin segregación y de fácil colocación. El tremie es una técnica utilizada para colocar el concreto evitando que éste se mezcle con el agua, esta práctica se desarrolla basándose en el principio de la conducción por tuberías.

Se diseña para ser colocado bajo agua o en casos especiales de estructuras esbeltas o de difícil postura y compactación, por ejemplo, muros de contención, cortinas y pilotes.

En estas obras exigían un tamaño de agregados menor al que se utilizaba en otros elementos y además se solicitaba un asentamiento mayor, y el concreto iba dirigido a la fundición de pilotes.

Para realizar el proceso de colocación del concreto dentro de los pilotes, se debe mantener un contacto con los ingenieros residentes para programar el despacho de los vehículos.

Como ya se tenían las dimensiones de los pilotes (profundidad y diámetro), se podía calcular el volumen de cada uno de ellos, y una vez excavados un grupo lo bastante grande, se calculaba su volumen total y con este valor se podía hacer el pedido y coordinar el día y la hora de la entrega.



FOTO 48. EXCAVACION PARA PILOTE

Con el pilote excavado el paso a seguir es introducir el refuerzo dentro de el.



FOTO 49. DETALLE DEL REFUERZO



FOTO 50. PILOTE CON EL REFUERZO DENTRO

Cuando ya se tiene un grupo de pilotes listos para ser llenados (en este caso tres), se continua con el proceso.

Con los pilotes listos se ubica el vehículo, de tal forma que la canal del camión quede sobre ellos para facilitar la descarga.



FOTO 51. GRUPO DE PILOTES LISTOS PARA VACIADO DE CONCRETO

Antes de comenzar con la descarga se realiza la prueba de asentamiento, luego se agrega el aditivo, se mezcla durante algunos minutos, y se comienza con el trabajo.

Para descargar el tremie dentro de cada pilote se cuenta con varios tubos de PVC de aproximadamente 1.2 m de longitud cada uno y que se acoplan entre sí para facilitar la caída del concreto sin que se produzca segregación o infiltración de agua.

Cuando se inicia la descarga se acoplan los tubos necesarios de tal manera que llegue a una altura cercana al fondo y estos deben tener un diámetro menor al del refuerzo y también se amarra un cable en la parte inferior de la tubería que ayuda a los operarios a ir sacando y desacoplando tubos según se requiera.



FOTO 52. TUBERIA ACOPLADA DENTRO DEL PILOTE

En la parte superior de la tubería ya introducida en el pilote se ajusta un cono metálico sobre el cual se depositará el concreto y desde donde bajará hasta el fondo.



FOTO 53. EQUIPO DISPUESTO PARA COLOCACION DE CONCRETO



FOTO 54. CONCRETO BAJANDO POR LA TUBERIA

Para realizar el proceso de vaciado de los pilotes, se escoge un grupo de estos que ya esté listo y se comienza el llenado.

Cuando se terminaba de llenar el primer grupo de pilotes se procedía a situar el mixer en otro grupo y se repetía el proceso.



FOTO 55. PILOTES FUNDIDOS

Una vez terminada la descarga de cada vehículo, el conductor se encarga de lavar la canal y la olla mezcladora. Se deja suficiente agua dentro de la olla para garantizar que durante el recorrido hasta la planta se pueda limpiar correctamente para poder ser cargado nuevamente con la siguiente cantidad.

13.CURADO DEL CONCRETO

El curado lo podemos definir como el proceso de mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto.

En general, el propósito del curado es mantener tan húmedo como sea posible el concreto vaciado, para terminar de hidratar el cemento.

Es recomendable que por lo menos dentro de las dos horas siguientes a la colocación del concreto, se comience a agregarle agua, para así de este modo mejorar significativamente las condiciones de curado.

El período de curado de los elementos de concreto debe ser de por lo menos 7 días a una temperatura de entre 10°C y 32°C.

Pude observar que la resistencia del concreto que no se cura es inferior a la que recibe este cuidado, pues al no proporcionar las condiciones adecuadas durante las primeras edades, la hidratación del cemento es incompleta.

La ganancia de resistencia se ve afectada considerablemente por dos factores principales que son el tiempo y la temperatura de curado.



FOTO 56. CURADO DE CONCRETO (1)



FOTO 57. CURADO DE CONCRETO (2)

14. CONTROLES DE CALIDAD DEL CONCRETO Y DE LOS VOLUMENES SUMINISTRADOS

Una muestra es una pequeña porción representativa de una gran cantidad de material, del cual se desea conocer una información específica. La información que se obtiene de las muestras se supone representa las propiedades de la gran cantidad de la cual se tomó, y con la información obtenida de varias muestras se puede realizar un análisis estadístico.

La toma de muestras se hace tanto en planta como en obra, y sirve para realizar una serie de ensayos que en corto y largo plazo servirán para determinar la calidad del concreto suministrado.

La toma de muestras se realiza por lo general al azar, escogiendo varios vehículos y siguiendo lo recomendado por la norma NTC 454 "Hormigón Fresco, Toma de Muestras". Toda muestra deberá emplearse dentro de los primeros 15 minutos de la toma y protegerse del sol y del viento.

14.1 Resistencia del Concreto

Transcurrido algún tiempo de la descarga, se procede a sacar muestras de los vehículos para la elaboración de los cilindros que se enviarán al laboratorio para

su posterior rotura y que servirán como garantía de seguridad y de tranquilidad tanto para los encargados de la obra como para la empresa.

Según lo describe la norma NSR-98, se debe tomar no menos una pareja de cilindros por día, ni menos de una vez cada 40 M³, o una vez por cada 200 M² de muro o losa, así como también se debe tomar como mínimo una pareja de muestras por cada 25 batchadas de cada clase de concreto.

Personalmente era el encargado de sacar muestras y de elaborar los cilindros, contando con el equipo adecuado y especificado según lo exige la norma.

14.2 Elaboración de Cilindros:

Para la elaboración de los cilindros se saca una muestra en una carretilla, y se procede según la norma:

- Los cilindros se deben aceitar por dentro.
- Se llena cada cilindro con una cantidad de concreto tal que ocupe el tercio de su volumen.
- Con la varilla se procede a apisonar esta capa veinticinco (25) veces.
- Luego con un martillo de caucho (chipote), se dan una serie de golpes alrededor del cilindro con el fin de sacar el aire atrapado dentro del

concreto. Estos golpes son suaves y se detiene el proceso hasta que desaparecen las marcas dejadas por la varilla.

- Luego se agrega la segunda capa de concreto llenando el segundo tercio del volumen del cilindro.
- Se apisona nuevamente veinticinco (25) veces con la varilla, procurando que la varilla penetre hasta el tercio de la altura de la capa anterior realizando una especie de cosido entre las dos capas.
- Se realiza el mismo proceso con el martillo y luego se llena la tercera y última capa repitiendo lo que se hizo con las dos anteriores.
- Finalmente se enrasa cada cilindro elaborado.
- Para cada edad se deben ensayar como mínimo dos cilindros y trabajar con el resultado promedio.

En la elaboración de los cilindros se debe tener mucho cuidado de cumplir con las normas, ya que de los resultados de estos depende en gran medida el grado de satisfacción de los clientes.

Los moldes que se utilizan para este ensayo tienen 15 cm de diámetro por 30 de longitud.

La varilla utilizada para la elaboración de los cilindros, es la misma que se utiliza para el ensayo de asentamiento con el cono, y está estandarizada. Se trata de una varilla lisa de 16 mm de diámetro, 600 mm de longitud y redondeada en la punta.

Todos estos aspectos son desconocidos en muchas obras ya sea por descuido o por falta de información, por la cual se cometen errores que no deberían ocurrir.

Por esta razón es necesario que la persona encargada de hacer este tipo de ensayos se encuentre muy bien capacitada para tal fin.



FOTO 58. ERRORES EN LA TOMA DE CILINDROS

Otro aspecto a tener en cuenta es el estado de las camisas usadas en la elaboración de los cilindros, ya que si no están en buenas condiciones se pueden presentar problemas al momento de desencofrar las muestras.



FOTO 59. CILINDRO ASTILLADO LUEGO DE DESENCOFRAR

El lugar donde se almacenan estas muestras debe garantizar que no sean manipuladas y además que no se presente pérdida de humedad de las mismas.

Una vez elaborados se deben dejar dentro de los moldes durante 24 horas, se referencia cada cilindro con un número, la fecha, y el elemento del que fue tomado, además se toman datos del vehículo que se tomó la muestra y de la hora para después hacer una revisión interna en la empresa en caso de necesitarse algún dato extra o por alguna dificultad.

Luego los cilindros son pasados a una piscina llena de agua con cal, procurando que siempre haya agua libre sobre todas las superficies de los cilindros a una temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta el día que sean llevados al laboratorio para ser ensayados.



FOTO 60. PISCINA PARA CURADO DE CILINDROS

Se debe garantizar también que una vez los cilindros hayan fraguado dentro de los moldes, no se produzca pérdida de volumen, y que además sus bases sean lo suficientemente planas para que se puedan obtener resultados confiables sin necesidad de realizar el refrentado.



FOTO 61. CILINDROS MAL ELABORADOS

Se debe también proteger los cilindros con plásticos para evitar la pérdida de humedad.



FOTO 62. CILINDROS CUBIERTOS CON PLASTICO

Según los requerimientos de la obra se ensayarán cilindros a diferentes edades para determinar el desarrollo de la resistencia. Los cilindros se ensayan lo antes posible en estado húmedo, se llevan a la máquina donde se les aplica carga a velocidad constante (1.4 a 3.5 Kg/cm²/sg) hasta que fallen.

Para calcular la resistencia a la compresión se utiliza la siguiente fórmula:

$$RC = P / A$$

Donde se tiene:

P : carga máxima aplicada en Kg

A : área de la sección transversal en cm^2 .

RC : resistencia a la compresión del cilindro en Kg/cm^2 , con aproximación a 1Kg/cm^2 .

Para tener seguridad en los ensayos también se obtienen datos como el número de identificación del cilindro, la edad, el tipo de fractura entre otros.

Dentro de los anexos se encontrará información sobre los resultados de laboratorio obtenidos para algunas de las obras donde se realizó el suministro del concreto.

14.3 Errores en la los Ensayos de Asentamiento y Elaboración de Cilindros:

Como ya se mencionó anteriormente durante el proceso de toma de muestras se cometen algunos errores por desconocimiento de la norma o por descuido de los encargados de realizar este trabajo.

Algunos de los errores más frecuentes en este proceso son:

- No utilizar los elementos necesarios para la elaboración de ensayos: en algunas obras no se dispone de los elementos indicados en la norma, y por

esta razón los encargados realizan estos ensayos con lo primero que se encuentran a mano y que según ellos pueden servir para el mismo fin.

- Levantar el cono con demasiada violencia o provocar torsión al hacerlo: cuando esto sucede, el cono de concreto se asienta de forma incorrecta provocando error en la medida del asentamiento.
- Realizar estos ensayos en superficies inclinadas: cuando esto ocurre el cono o los cilindros no se llenarán de forma adecuada y se obtendrán resultados desfavorables, además, es recomendable en el caso del cono hacerlo sobre un plástico o una superficie que permita que el concreto se asiente sin restricción alguna.
- Equivocación en el número de golpes, su fuerza y puntos de aplicación: sucede que en ocasiones no se golpea las capas, tanto del cono como de los cilindros con el número indicado de golpes, a veces más y otras veces menos desobedeciendo la norma. También se debe tener en cuenta que no es necesario golpear las capas con demasiada fuerza y que se debe procurar no golpear sobre el mismo punto varias veces, ni tampoco las paredes internas del cono o los cilindros.
- Golpear muy fuerte las camisas al momento de sacarles el aire: con un martillo de caucho se golpea los cilindros después de terminada cada capa, el objeto de esto es sacar el aire atrapado y hasta que hayan desaparecido

las huellas dejadas por la varilla, si se golpea muy fuerte se puede segregar el concreto.

- Almacenar y transportar de forma incorrecta los cilindros desencofrados: es muy común ver en muchas obras, cilindros almacenados unos encima de otros y transportados de la misma manera, lo cual es un error muy grave pues al impactar entre sí, se producen microfisuraciones internas que pueden generar errores en su evaluación en el laboratorio.
- Inadecuado proceso de curado de las muestras: no en todas las obras se le hace curado a los cilindros desencofrados, pues no se cuenta con una piscina para este fin, y aunque a veces estas muestras se colocan dentro de algún recipiente con agua, no siempre se hace de forma correcta.
- Efecto de rebose: ocurre cuando después de elaborado un cilindro se deja fraguar y pierde su volumen, es decir el concreto seco dentro de la camisa no la llena por completo produciéndose una disminución de su altura, y en el laboratorio debido a la cantidad de muestras que llegan a diario no es fácil identificar cilindros con menor masa de evaluación.

15. VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

Existen muchas razones por las cuales las propiedades del concreto pueden variar si no se tienen los cuidados necesarios para garantizar la obtención de buenos resultados.

Entre las fuentes principales de variación de la resistencia de los concretos están las siguientes:

- Cambios en la relación a/c.
- Variación en los requerimientos de agua.
- Variaciones en las características y proporción de los ingredientes.
- Variación en el transporte, vertido y compactación de la mezcla.
- Variación en la temperatura y tiempo de curado del concreto.

CONCLUSIONES

- ✓ Durante el período de trabajo y desarrollo de la pasantía, y gracias a la orientación recibida dentro de la empresa pude adquirir conocimientos que han servido para reforzar y actualizar lo aprendido durante la etapa de formación académica dentro de la Facultad de Ingeniería Civil en lo relacionado al manejo del concreto y trabajo en obra.
- ✓ Es recomendable hacer un control detallado a los materiales que conforman una mezcla de concreto, ya que de sus propiedades depende la calidad del producto final.
- ✓ Se necesita de una persona que se encuentre calificada y con los conocimientos necesarios para manejar el concreto que se va a colocar en las obras, pues cualquier error que se pueda cometer en su manipulación traerá consigo problemas futuros.
- ✓ Dentro de una empresa concretera es muy importante seguir al pie de la letra los procedimientos descritos por las normas, ya que de su cumplimiento depende la obtención de los buenos resultados esperados.

- ✓ El trabajo de pasantía no solo se debe limitar a observar los procedimientos que se realizan dentro de la empresa en la cual se está realizando la práctica, sino también a interactuar y aplicar los conocimientos adquiridos con responsabilidad y con la ética aprendida dentro de la Universidad.
- ✓ Cuando se realiza un trabajo de pasantía se requiere que el estudiante esté dispuesto a cumplir con las obligaciones asignadas por la empresa receptora, y que esté al tanto de las actividades que se realizan en la compañía para de esta manera aumentar sus conocimientos y cumplir de una mejor manera con las labores encomendadas.
- ✓ El funcionamiento de una planta de concreto es muy estricto en lo relacionado al cumplimiento de las normas, y es de vital importancia que una persona capacitada se encuentre al frente para verificar que esto suceda.
- ✓ Se deben tener suficientes razones técnicas sustentadas en resultados de ensayos para poder autorizar el rechazo de una carga de concreto por parte de los encargados de las obras, pues existen muchos métodos para verificar la calidad del concreto suministrado.

- ✓ Cuando los resultados de laboratorio no son los esperados, se puede recurrir a diversas acciones alternativas para poder determinar la calidad del concreto colocado en las obras, como pruebas de carga, esclerometría, o toma de de nucleos entre otras.
- ✓ Se debe tener mucho cuidado al momento de realizar los ensayos descritos por la norma y de utilizar los elementos apropiados para este fin, puesto que de los resultados obtenidos de estos ensayos se pueden obtener críticas positivas o negativas sobre la calidad del producto entregado.

Con base en los resultados se aplican criterios de aceptación o rechazo de un lote.

- ✓ Es recomendable que los ensayos de control de calidad los realice una persona que tenga práctica al hacerlo o preferiblemente quien tenga los estudios suficientes para este tipo de pruebas.
- ✓ Se debe entender de forma clara y correcta que lo escrito y estipulado en las normas es el resultado de muchos años de estudio, práctica y análisis de personas que dedicaron su tiempo para indicarnos la forma más segura y que pueda resultar económica y durable de construir cualquier tipo de estructura, por lo tanto es de vital importancia tener especial cuidado en seguir estos parámetros en todas las obras.

ANEXOS

Anexo 1. Certificación de horas cumplidas.

Anexo 2. Certificación de calidad de los materiales y pruebas de laboratorio.

Anexo 3. Resultados de laboratorio de ensayos a compresión.

BIBLIOGRAFÍA

- Concreto Simple (Ing. Gerardo A. Rivera L.)
- Fundamentos sobre la Compactación del Hormigón (Wacker)
- Durabilidad y Patología del Concreto (Diego Sánchez de Guzmán)
- El Concreto y los Terremotos (Mauricio Gallego Silva y Alberto Sarria Molina)
- Tecnología del Concreto y del Mortero (Diego Sánchez de Guzmán)
- Introducción al Concreto, Escuela de Ingenieros Militares
- Reglamento para Concreto Estructural, ACI 318S-05
- Construcción de Estructuras (Harold Alberto Muñoz Muñoz, Instituto del Concreto)
- Bombeo de Concreto, ACI 304
- Manual de Productos SIKA, Ed. 2007
- Tecnología y Propiedades

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre Celestial, quien ha sido mi guía y protección, a El que me dio fortaleza y esperanza para superar las dificultades que se interponían cada día en mi camino, llenándome de valor y fe para seguir adelante.

A mis Padres y a mis Hermanas que han sido mi apoyo incondicional durante todos estos años y gracias a sus sabios consejos he logrado ser la persona que soy, y al depositar su confianza en mí, me inspiraron para sacar adelante esta carrera, que Dios los colme de Bendiciones y que los tenga a mi lado por mucho tiempo.

A los Ingenieros de la empresa CONCREVALLE LTDA., que me dieron la oportunidad de realizar mi práctica profesional y con sus enseñanzas reforzaron y aumentaron mis conocimientos.

A mi director de pasantía por su valiosa dedicación y empeño en la asesoría de este trabajo.

A los Ingenieros asignados como jurados, por su excelente labor en la revisión de este informe.

A la Universidad del Cauca y a la Facultad de Ingeniería Civil por albergarme en su seno y por el aprendizaje adquirido.

A mis amigos que han sido parte fundamental para mi crecimiento personal.

A todas las personas que de una forma u otra contribuyeron para conseguir esta meta.

