

**PRACTICA EMPRESARIAL ENCAMINADA AL SISTEMA DE GESTIÓN DE
CALIDAD EN EL CONDOMINIO ABADIAS - SACROMONTE, UN PROYECTO
DE LA URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.**

CARLOS ANDRÉS PADILLA MEJÍA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERIA FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2014**

**PRACTICA EMPRESARIAL ENCAMINADA AL SISTEMA DE GESTIÓN DE
CALIDAD EN EL CONDOMINIO ABADIAS - SACROMONTE, UN PROYECTO
DE LA URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.**

CARLOS ANDRÉS PADILLA MEJÍA

**Trabajo de grado para optar al
Título de Ingeniero Civil**

DIRECTOR

**Álvaro Viviescas Jaimes
Ingeniero Civil, PhD.**

CODIRECTOR

**Julián Mora Chávez
Ingeniero Civil Director del Departamento de Planeación e Interventoría
URBANAS S.A.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	10
1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	11
2. MARCO TEORICO	12
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
4. CONTROL DE CALIDAD PARA LA CONTRUCCIÓN DE APARATAMENTOS IMPLEMENTANDO UN PROCESO INDUSTRIALIZADO EN EL PROYECTO DE ABADIAS- SACROMONTE	16
4.1 LOCALIZACIÓN, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	16
4.1.1 Localización topográfica de los ejes de referencia	16
4.1.2 Verificación y cimbrado del espesor de los muro	17
4.1.3 Pinado de tope	18
4.1.4 Instalación de mallas y redes en muros	18
4.1.5 Verificar longitud, espesor y armado del acero de refuerzo en vigas y en elementos de borde	19
4.1.6 Plomos y escuadras de la formaleta de los muros	20
4.2 INSTALACIÓN DE VIGAS Y MALLAS DE REFUERZO	23
4.2.1 Revisión final del armado de forsa	24
4.2.2 Marcación de niveles en la placa	24
4.2.3 Vaciado del concreto	25
4.2.4 Limpieza de la formaleta	25
4.2.5 Desencofrado de los elementos	26
4.3 CURADO DE MUROS Y PLACA	26
4.3.1 Instalación de pasarelas	27
4.3.2 Resane técnico del hormiguo	27
4.3.3 Rendimiento en la construcción de la estructura	28
5. CONTROL DE CALIDAD PARA LA ACEPTACIÓN DEL CONCRETO EN OBRA	30
5.1 ENSAYO DE ASENTAMIENTO	32

5.1.1 Procedimiento	33
5.1.2 Ensayo de cilindros	34
5.1.1.1 Muestreo	34
5.1.1.2 Procedimiento	35
5.1.1.3 Curado	36
5.1.1.4 Transporte de muestras	37
6. CONTROL DE CALIDAD DEL ACERO	38
6.1 ENSAYO DE TENSIÓN Y CORTANTE (BARRAS DE ACERO)	38
6.2 ENSAYO DE TENSIÓN, CORTANTE Y DOBLAMIENTO (MALLAS)	39
7. CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFIA	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proyecto Sacromonte, Torres 1 y 2	16
Figura 2. Cimentación de la Agrupación I	17
Figura 3. Cimbrado de ejes principales y auxiliares	17
Figura 4. Pinado de tope	18
Figura 5. Instalación de mallas y redes	19
Figura 6. Verificación del acero de refuerzo	20
Figura 7. Verificación de escuadras.	20
Figura 8. Nivelación Placa	21
Figura 9. Unión MURO LOSA	22
Figura 10. Armado de vigas	23
Figura 11. Armado final de Forsa	24
Figura 12. Limpieza posterior a la fundida	26
Figura 13. Instalación de pasarelas	27
Figura 14. Resane técnico del hormiguo	28
Figura 15. Avance estructura	28
Figura 16. Gráfica de producción semanal	29
Figura 17. Cono de Abrams	31
Figura 18. Cucharón y varilla compactadora	32
Figura 19. Ensayo Asentamiento	33
Figura 20. Núcleos ensayados a compresión	35
Figura 21. Elaboración Cilindros	36
Figura 22. Cilindros en proceso de curado	37
Figura 23. Muestras de barras de acero	38
Figura 24. Muestra de malla de acero	39

RESUMEN

TÍTULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL ENCAMINADA AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL CONDOMINIO ABADIAS - SACROMONTE, UN PROYECTO DE LA URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.*

AUTOR: CARLOS ANDRÉS PADILLA MEJÍA**

PALABRAS CLAVES: Formaleta Forsa, Concreto Siuf, Sistema de Gestión de Calidad.

DESCRIPCION

Debido a la gran demanda que ha tenido el proyecto Abadías, la constructora David Puyana S.A. se ha visto en la necesidad de implementar un sistema constructivo industrializado, donde se acelere el proceso de construcción de los apartamentos, obteniendo rendimientos mayores a los programados; es por ello que se decidió trabajar con una formaleta llamada FORSA que permite acelerar el proceso con un avance de dos apartamentos diarios, realizando su fundida monolíticamente.

En cuanto al sistema de gestión de calidad, era necesaria la elaboración de un plan de calidad junto con sus anexos para la obra Sacromonte, responsabilidad que debía ser ejecutada por el practicante. Allí se plasmaban la cantidad pruebas, ensayos y controles que se llevarían a cabo durante la ejecución del proyecto, los parámetros de exigencia y los rangos de aceptación para dichos ensayos (compresión del concreto, tracción del acero, proctor modificado, densidades de campo, etc.). El avance en los ensayos mencionados arroja un porcentaje de cumplimiento de calidad, el cual se debe presentar en informes mensuales al departamento de calidad de la constructora, y de esa forma se obtiene un índice de crecimiento del proyecto.

Este tipo de procesos constructivos traen consigo diferentes actividades y controles de calidad que se deben ejecutar en conjunto entre los contratistas y los directivos de la obra para lograr resultados favorables. El rápido aprendizaje, la fácil adaptación y la planeación por parte del personal juegan un papel fundamental en el avance de la obra.

* Trabajo de Grado, Modalidad Práctica Empresarial

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Ing. PhD Álvaro Viviescas Jaimes. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez.

ABSTRACT

TITLE: INTERNSHIP FOCUSED TO THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM (QMS) IN "ABADIAS CONDOMINIO-SACROMONTE", A DAVID PUYANA S.A.' S CONSTRUCTION

AUTHOR: CARLOS ANDRÉS PADILLA MEJÍA**

KEY WORDS: Forsa formwork, Industrialized Systems Concrete, Quality Management System.

DESCRIPTION

Due to popular demand we have had Abbeys project, the builder David Puyana SA has seen the need to implement an industrialized building system, where the process of building the apartments accelerate, obtaining higher yields than those scheduled; is why we decided to work with a formwork called Forsa speeding up the process with an advance of two apartments daily, making his cast monolithically.

As for the quality management system, the development of a quality plan and its annexes for the work Sacromonte, responsibility to be executed by the practitioner was needed. There were once notched quantity tests, tests and inspections to be carried out during project implementation, the parameters of demand and the acceptable ranges for these tests (concrete compressive, tensile steel, modified proctor densities of field, etc.). Progress in the above tests shows a percentage of quality compliance, which must be filed monthly reports to department quality construction, and thus an index of growth project is obtained.

This type of construction processes bring different activities and quality controls to be carried out jointly between the contractors and managers work to achieve favorable results. Fast learning, easy adaptation and planning by staff play a key role in advancing the work.

* Project of Grade. Modality Business Practice

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director Ing. PhD Álvaro Viviescas Jaimes. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez.

INTRODUCCION

La gran demanda que han tenido las construcciones actualmente en Santander, ha hecho necesaria la presencia de grandes constructoras que satisfagan las necesidades y exigencias de la población, es por ello que la Urbanizadora David Puyana S.A. ha decidido implementar un sistema de gestión de calidad en cada una de sus obras, basándose en la Norma Técnica Colombiana (NTC-ISO 9001).

A pesar de que la geografía de nuestra ciudad no es la ideal, por sus terrenos aldeaños montañosos y por las formaciones rocosas, se ha generado un crecimiento desmesurado en el área de la construcción, y lo más llamativo aún es que en todos sus proyectos se evidencia la gran acogida por parte de los clientes, gracias a la confianza que genera Urbanas S.A., a través de proyectos como Abadías Condominio Verde.

Gracias a esta iniciativa surge la necesidad de encargar a un profesional, cuyo objetivo sea velar por el cumplimiento de los procesos de calidad establecidos en cada uno de los proyectos, de este modo brindan la oportunidad de realizar las prácticas empresariales, gracias al convenio existente entre la constructora David Puyana S.A. y la Universidad Industrial de Santander.

La oportunidad de realizar la práctica empresarial en el proyecto Abadías, ha sido una fuente de nuevos conocimientos, debido a la amplia gama de actividades que allí se están ejecutando, lo que fortalece y complementa el proceso de aprendizaje que se viene desarrollando desde el inicio de la etapa universitaria, de esta forma esta práctica se convierte en el primer peldaño del practicante en la vida profesional y laboral.

1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

En 1923, Alejandro Puyana Martínez conformó, junto con sus familiares, Sucesores de David Puyana S.A, fundan una de las primeras sociedades anónimas fundadas en Santander, desde entonces y hasta hoy, con certeza esta empresa es una de las que más ha influido en la conformación y el crecimiento urbanístico del área metropolitana de Bucaramanga, de aquellos primeros años podemos recordar como en los años 30 se desarrolló el barrio Sotomayor y en los 40, se inició el urbanismo y construcción de cabecera. Posteriormente, en 1949, con el liderazgo y la visión de Armando Puyana, los mismos socios transformaron la sociedad en urbanizadora David Puyana S.A. URBANAS S.A. Después, por ejemplo, en los años 70 vino el inicio del desarrollo de cañaveral, sector que hoy es pieza fundamental de crecimiento metropolitano. En décadas recientes, el desarrollo de ruitoque condominio y la mesa de ruitoque son un ejemplo más de visión y excelencia urbanística. Adicionalmente, es importante destacar como en medio de esta amplia trayectoria urbanizadora, URBANAS también ha sido constructora de múltiples proyectos de vivienda social, centros comerciales parques industriales y construcciones institucionales, entre otros.

URBANAS S.A es una empresa muy bien consolidada en el ámbito de construcción pues con sus casi 90 años de haber sido fundada. Ha demostrado el interés en ver el progreso del crecimiento urbanístico del área metropolitana de Bucaramanga. Actualmente tiene una visión de futuro renovada., con cuatro campos de negocio: (proyectos inmobiliarios, Gerencia de Relaciones Inmobiliarias, Desarrollo Urbano y Contratación Privada) y un portafolio de doce (12) proyectos inmobiliarios de excelente ubicación y diseño que seguirán transformando y modernizando el entorno urbano del Área Metropolitana de Bucaramanga y de otras ciudades del país, como Barrancabermeja y Santa Marta; estas dos últimas con grandes inversiones en los proyectos.

2. MARCO TEORICO

Un Sistema de Gestión de Calidad es una herramienta que le permite a cualquier organización planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para el desarrollo de la misión, a través de la prestación de servicios de calidad, los cuales son medidos por medio de unos indicadores de satisfacción de los usuarios.

Cuando se implementa en un proyecto un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), es con la finalidad de optimizar los procesos, de coordinar las actividades que se llevan a cabo en una estructura organizacional, generar lecciones aprendidas para que errores ya cometidos en otras obras no se repliquen en un nuevo proyecto; además los sistemas de gestión de calidad influyen en la satisfacción del cliente, ya que al planear, controlar y mejorar todos los elementos de una empresa, se alcanza la calidad en los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Los sistemas de gestión de calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción del cliente, los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas que se expresan en la especificación del producto y son generalmente denominadas como requisitos del cliente.

Estos requisitos de los clientes se pueden especificar de forma contractual o los puede determinar la propia organización. En cualquiera de los casos, es el cliente quien determina la satisfacción y la aceptabilidad del producto. Dado que las necesidades y expectativas son cambiantes y debido a la competitividad del mercado y a los avances técnicos, las organizaciones deben mejorar con frecuencia sus productos y procesos.

Por lo anteriormente mencionado, la constructora David Puyana S.A. establece un plan de calidad específico para cada proyecto, con la finalidad de controlar cada uno de los aspectos técnicos de los procesos constructivos, de manera individual y

no como una población, para tener certeza sobre cómo se están llevando a cabo los procedimientos; el sistema de calidad evalúa la medición, el análisis y la mejora de las actividades que se están ejecutando por parte de los diferentes proyectos basado en la norma ISO 9001: 2008.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Actualmente Urbanas S.A. está adelantando un gran proyecto llamado ABADÍAS CONDOMINIO VERDE, el cual está conformado por cinco conjuntos de apartamentos, en donde la constructora URBANAS S.A quiere unificar el concepto moderno de la construcción con la naturaleza, un concepto de condominio y servicios comunes con gran seguridad.

Los nombres de las abadías de este gran proyecto son Sacromonte, Montecasino, Monte Olivetto, Monserrat, Abadías 5. El proyecto se desarrolla en inmediaciones del seminario arquidiocesano de Bucaramanga y la Turena, al sur del Área Metropolitana de Bucaramanga, en el municipio de Floridablanca, en el costado oriental de la autopista Floridablanca-Piedecuesta, en un entorno completamente natural.

El proyecto de Sacromonte, se compone de 320 apartamentos, distribuidos en cuatro torres, en las cuales dos son de 21 pisos y las otras dos de 19 pisos, además contará con tres sótanos para parqueaderos. Sacromonte tiene su zona social, la cual consta de piscina para adultos, para niños y salón social; cabe aclarar que esta zona social es independiente del resto de proyectos internos, y tienen ya en común con los demás conjuntos una zona social bastante amplia que consta de : 2 canchas de tenis, cancha de microfútbol, skate park, capilla, gimnasio, club, además de los puentes peatonales y de la red vial que permite disfrutar de mas de 12.000 m2 de zonas verdes.

El valor agregado de este condominio, es que le brinda al cliente la oportunidad de disfrutar de los dos contrastes entre lo moderno y lo natural, al mismo tiempo que lo hace sentir el centro de atención, le permite transitar por senderos elevados, conjuntos modernos, apartamentos con muy buena ventilación y luminosidad, con espacios apropiados para el descanso, vistas novedosas a los bosques de

Caracolés y a la cordillera, amplias zonas de parqueaderos para residentes y visitantes. El principal objetivo de URBANAS S.A es lograr la comodidad de los clientes y la satisfacción de brindar el mejor ambiente para vivir.

4. CONTROL DE CALIDAD PARA LA CONTRUCCIÓN DE APARATAMENTOS IMPLEMENTANDO UN PROCESO INDUSTRIALIZADO EN EL PROYECTO DE ABADIAS- SACROMONTE

Figura1. Proyecto Sacromonte, Torres 1 y 2



4.1 LOCALIZACIÓN, NIVELACIÓN Y REPLANTEO

4.1.1 Localización topográfica de los ejes de referencia. Es de vital importancia para el empleo del sistema FORSA, que la primera losa, quede correctamente nivelada, ya que nos determinará la facil instalación de la formaleta, y al mismo tiempo facilita la revisión de el plomo y la nivelación. Para evitar cualquier error en la cimentación, se debe contar con una comisión topográfica para realizar el replanteo de cada uno de los elementos. Cualquier error que se cometa en el primer nivel seguirá reflejándose en los pisos superiores.

Figura2. Cimentación de la Agrupación I



4.1.2 Verificación y cimbrado del espesor de los muros. Una vez esté fraguado el concreto de la primera placa, el ejero recibe puntos de la comisión topográfica y traza los ejes principales y auxiliares de los muros de los apartamentos.

Figura 3. Cimbrado de ejes principales y auxiliares



4.1.3 Pinado de tope. Antes de instalar las mallas de refuerzo es indispensable fijar en los ejes de demarcación de los muros, los pines de tope para que la formaleta no se vaya a desplazar. Los pines deben colocarse a una distancia de 60 a 70 cm entre si, y por lo general se usa varilla de 3/8". En el momento de realizar el pinado se debe tener cuidado de no perforar ninguna tubería de las redes que están embebidas en la placa.

Figura 4. Pinado de tope



4.1.4 Instalación de mallas y redes en muros. Después de revisar los ejes, los herreros proceden a la instalación de las mallas de refuerzo y al mismo tiempo se van instalando las tuberías de la red eléctrica. Las cajas eléctricas deben sujetarse muy bien con alambre negro, para garantizar que el momento del vaciado del concreto no se vayan a mover, y de la misma manera deben ir completamente tapadas, para evitar que se llenen de concreto.

Hay que colocarle a las mallas los distanciadores para garantizar el recubrimiento del refuerzo.

Figura 5. Instalación de mallas y redes



4.1.5 Verificar longitud, espesor y armado del acero de refuerzo en vigas y en elementos de borde. Antes de realizar el montaje de la formaleta es necesario revisar el armado del acero de refuerzo, revisar que las cuantías sean las correctas, verificar que el espaciamiento entre el refuerzo longitudinal y el transversal sea el especificado en los planos, revisar las distancias de los traslapes, revisar los diámetros de las varillas que se están instalando, revisar que todos los estribos sin excepción alguna se encuentren amarrados y evitar que queden todos los ganchos en la misma dirección, garantizar que el recubrimiento de los elementos sea uniforme. Para garantizar el espesor de las vigas y de los muros, se debe revisar y comparar con las especificaciones de los planos, para no cometer errores y para trabajar con los estribos y las varillas indicadas.

Figura 6. Verificación del acero de refuerzo



Después de realizar la verificación del acero de refuerzo y con la aprobación del supervisor de obra, se procede a la aplicación del desmoldante a la formaleta y empiezan el armado correspondiente a los muros.

4.1.6 Plomos y escuadras de la formaleta de los muros.

Figura 7. Verificación de escuadras



FORSA es un sistema integral, por lo que suministra todos los accesorios que garantizan la alineación y precisión de las dimensiones, no obstante antes de empezar con el armado de la formaleta de placa, se debe revisar que las formaletas de muros estén aplomadas y a escuadra en las esquinas de las habitaciones, de esa forma se garantiza el fácil armado de la formaleta de placa, ya que al respetar la modulación los paneles no tendrán que ser forçados para colocación. Es muy importante verificar las dimensiones en los puntos donde se instalará carpintería ya sea metálica o de madera, es decir se debe ser muy cuidadoso y respetar las medidas de los vanos de puertas y ventanas.

4.1.7 Nivelación de la formaleta de placa. Tan pronto terminan de ensamblar las formaletas de los muros, se procede con el armado de la formaleta de la placa, para realizar este armado es indispensable chequear los planos de modulación de la formaleta, para que no queden espacios entre paneles, y para que no queden luces en las esquinas donde se unen los muros con la placa.

Figura 8. Nivelación Placa



Figura 9. Unión MURO LOSA



En el proceso de armado de la formaleta de placa, se deben tener en cuenta los puntales que suministra FORSA, cuyo objetivo principal es retrancar la placa hasta que el concreto alcance la edad de 3 días, en la cual ya debe estar por encima del 50 %, según las curvas de Paretto establecidas por la constructora.

Adicionalmente en los puntos de unión de cuatro paneles, se debe apuntalar debido a la carga que está soportando, y que de no retrancarse podría generar una deformación en la placa.

Luego de finalizar el armado de la FORSA, se le aplica el desmoldante a toda la formaleta de la placa.

4.2 INSTALACIÓN DE VIGAS Y MALLAS DE REFUERZO

Las vigas son armadas por los herreros en un lugar separado del lugar de ensamble de la formaleta, para no entorpecer el proceso; luego esas vigas son revisadas por el supervisor de obra, quien se encarga de aprobar o rechazar su instalación, y si se aprueban son transportadas con la torre grúa hasta su lugar de instalación, en donde se le añaden las varillas que se traslapan y finalmente se ubican según los planos.

Figura 10. Armado de vigas



A medida que se va extendiendo la malla inferior en la placa, se le van colocando los separadores y se permite la intervención de plomeros y eléctricos para la instalación de redes.

Seguidamente se extiende la malla superior para que las tuberías queden en medio de las mallas, para evitar la presencia de fisuras futuras. Todas las tuberías que vayan a quedar embebidas en el concreto deben ir totalmente amarradas para evitar desplazamientos en el momento del vaciado.

4.2.1 Revisión final del armado de forsa.

Figura 11. Armado final de Forsa



Previo al vaciado del concreto se debe realizar una última revisión, para verificar que la formaleta esté con todos los pasadores, cuñas, pines y corbatas necesarias para garantizar el éxito de la fundida, además se inspeccionará lo siguiente:

- Posición correcta de puntales.
- Posición correcta de los ángulos.
- Plomos y escuadras.
- Nivel de las vigas y de la placa.
- Limpieza general y retiro de elementos sobrantes.

4.2.2 Marcación de niveles en la placa. La comisión topográfica deberá marcar niveles en la placa, allí colocan marcas a un metro de altura en el refuerzo vertical que sobresale, y tan pronto fijen esos puntos, los ejeros amarran hilos para garantizar que toda la placa quede al mismo nivel.

4.2.3 Vaciado del concreto. La fundida se inicia por los muros de los apartamentos con un concreto autocompactante, el cual no requiere del uso del vibrador, ya que es de gran fluidez, lo que facilita el llenado de los elementos de borde, aunque si requiere ser chipoteado para evitar que haya porosidad en los muros. Luego de fundir todos los muros con el concreto SIUF, se procede a realizar la fundida de la placa, con un concreto Outinord, con un agregado de mayor espesor que el concreto usado para los muros, este concreto si requiere ser vibrado especialmente en las vigas, para disminuir la presencia de espacios vacíos y evitar de esa manera la porosidad del elemento, para brindarle una mayor rigidez a la estructura.

Durante la fundida de la placa se debe esparcir el concreto de manera uniforme y evitar el acumulamiento en una misma zona, ya que podría generar un desnivel en la formaleta debido a la sobrecarga que ejercería.

Las fundidas se realizan con bomba estacionaria, por lo que se debe tener en cuenta que la manguera no debe estar a una altura mayor a un metro, para evitar que el agregado grueso impacte y dañe la superficie de contacto de la formaleta.

4.2.4 Limpieza de la formaleta. Tan pronto se inicia la fundida se debe realizar el lavado de la formaleta con agua abundante y a presión para eliminar los residuos del concreto que allí van quedando. En caso de no tener disponibilidad de agua se debe aplicar algún desmoldante para evitar la adherencia del concreto, esto se puede realizar con un rociador.

Posteriormente a la fundida y luego del desencofrado de los elementos se le realiza un mantenimiento preventivo a la formaleta, cuya finalidad es quitar todos los residuos que quedan adheridos a la formaleta y no podrían alterar los resultados de la fundida de los siguientes apartamentos.

Figura 12. Limpieza posterior a la fundida



4.2.5 Desencofrado de los elementos. Al día siguiente llega la misma cuadrilla de trabajadores encargada del armado, a realizar el desencofre de los muros y la placa fundida el día anterior; cada armador tiene una zona ya asignada por la que debe responder, en el momento de realizar el desencofre se deberán retirar todos los paneles sin golpearlos, ya que el luminio es un material que se puede deformar con facilidad, y alguna deformación podría repercutir en los resultados de las futuras fundidas.

4.3 CURADO DE MUROS Y PLACA

Luego de realizar el desencofrado de los elementos se procede a realizar el debido curado, para garantizar que los elementos recién fundidos conserven la humedad óptima, y no se vaya a alterar la evolución de su resistencia, del mismo modo disminuirá la aparición de grietas o rajadas en las superficies.

A la placa además de humectarla se le agrega un aditivo de Sika llamado antisol, el cual se usa para el curado del concreto cuando se tienen grandes superficies expuestas al sol y al viento. El personal encargado debe rociar sobre el concreto fresco y que este producto retiene el agua y evita el resecamiento, lo que previene la formación de grietas.

4.3.1 Instalación de pasarelas. Las pasarelas son plataformas que se utilizan para generar una buena superficie de apoyo, para lograr un muy buen empalme entre un piso y otro. La instalación de estas pasarelas se hace necesaria para garantizar la seguridad del personal en el perímetro del piso, facilitar el armado de la formaleta para el piso siguiente y al mismo tiempo q facilita el proceso en los siguientes pisos alinea la cara externa de la formaleta.

Figura 13. Instalación de pasarelas



4.3.2 Resane técnico del hormiguo. Al finalizar el desencofrado de todos los elementos, se observan detalles en algunos muros, donde hubo falta de vibración para evitar que quedaran espacios vacíos, al igual que en algunas vigas, por lo que se procede a realizar el respectivo resane de dichos detalles.

De igual forma al retirar las corbatas de los muros, se debe realizar el resane para darle un buen acabado y entre más pronto se realice el resane es más fácil la adherencia del mortero debido a la humedad de los elementos.

Figura 14. Resane técnico del hormiguo



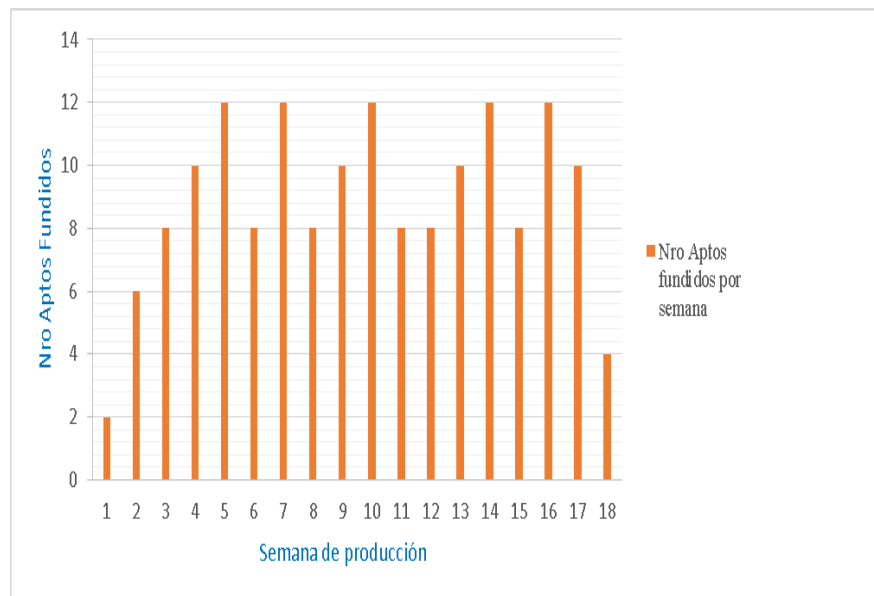
4.3.3 Rendimiento en la construcción de la estructura. El avance de la estructura se registraba gráficamente, para tener una mayor visualización del estado del proyecto. Además el auxiliar de calidad elaboró la gráfica de producción semanal, donde se registraba el número de apartamentos fundidos.

Figura 15. Avance estructura



En la gráfica de producción realizada, se evidencia el bajo rendimiento obtenido en las primeras semanas, dado que el personal encargado no tenía la suficiente destreza, para el manejo de la formaleta FORSA, por lo que se generó una curva de aprendizaje, que de alguna forma afectó las actividades planeadas según la programación de obra.

Figura 16. Gráfica de producción semanal



5. CONTROL DE CALIDAD PARA LA ACEPTACIÓN DEL CONCRETO EN OBRA

En el momento en el que llega una mixer de la concretera, se procede a verificar que las especificaciones del concreto que trae remisionado, sean las mismas del concreto pedido por parte de la obra; si estas son correctas se le realiza el ensayo de asentamiento, en el que se tiene un rango de aceptación para los concretos convencionales (Outinord), que es + ó – una pulgada en el ensayo de asentamiento; y para los concretos autocompactantes (SIUF), el rango de aceptación es de + ó – dos pulgadas en el ensayo de extensibilidad.

Tener un control de la trazabilidad del concreto utilizado nos ayuda a la toma de decisiones y al avance del proceso constructivo de los apartamentos que se construyen con un sistema industrializado, por ejemplo saber la resistencia a 3 días del concreto con el que se funden las pantallas y las placas de los apartamentos es necesario no para su desencoframiento, pero si para retirar los parales que estaban retrancando las placas, además la toma de muestras y recepción del concreto utilizado para los diferentes elementos al generar resultados positivos en la evolución de su resistencia, nos da una idea de la resistencia aproximada que podrían tener los elementos fundidos, el muestreo debe realizarse según la norma NTC- 454, además se deben tomar capacitaciones previas en la concretera con la cual se está trabajando (Cemex).

Para obtener la mayor homogeneidad en una mezcla es recomendado, revolver el concreto por aproximadamente 4 o 5 minutos, después de agregarle a la mezcla los aditivos (acelerante, fluidificante, retardante, inclusor de aire, etc).

Una vez se obtiene la mezcla suficiente para realizar el ensayo de asentamiento, mezclar con el cucharón cuantas veces sea posible para evitar que el agregado grueso se vaya al fondo y lograr que dicha mezcla se mantenga homogénea. Esto

garantiza en gran medida un buen resultado en el muestreo, ya que evita alteraciones en cuanto a la resistencia del concreto.

EQUIPO

-Cono de Abrams: molde fabricado en material metálico inatacable por el concreto, que no debe presentar protuberancias o remaches en su interior. Su forma interior es un tronco de cono de: 20 ± 0.2 cm de diámetro interior, en la base mayor 10 ± 0.2 cm de diámetro interior en la base menor y 30 ± 0.2 cm de altura.

Figura 17. Cono de Abrams



-Varilla compactadora: es una varilla de acero lisa (en ningún caso debe ser de acero corrugado) y de 1.6 cm $5/8$ pulgadas de diámetro y de 60 cm de largo; el extremo compactador de tener forma semiesférica.

- **Martillo de Caucho (Chipote):** Se debe usar un martillo con cabeza de cuero o caucho con un peso aproximado de $0.6 \text{ kg} \pm 0.2 \text{ kg}$.

- **Herramientas pequeñas:** Algunas herramientas y elementos que se pueden requerir son: palas, palustres, cucharones, base metálica y cinta métrica.

Figura 18. Cucharon y varilla compactadora



5.1 ENSAYO DE ASENTAMIENTO

La realización del ensayo de asentamiento es de gran importancia, pues este es un criterio fundamental, ya que define si un concreto está apto o si por el contrario toca devolverlo a la concretera. Se debe ser cuidadoso al momento de realizar este ensayo, porque cualquier error por más mínimo que parezca puede alterar los resultados de manera considerable. En la norma técnica colombiana, NTC 396 “METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO”, se describe todo el procedimiento de la manera correcta.

5.1.1 Procedimiento. El ensayo o verificación de asentamiento consiste en llenar el cono en tres capas consecutivas en lo posible de un tercio del volumen total del cono, con una altura promediada de 10 cm por capa. Cada capa debe ser chuzada 25 veces con la varilla compactadora tratando en lo posible de no tocar el fondo de la base metálica en la primera capa, para las siguientes capas se debe evitar chuzar la capa anterior.

Figura 19. Ensayo Asentamiento



La base metálica debe estar nivelada, para evitar que los resultados del asentamiento se vean alterados. Tan pronto se llena el cono con el concreto, se debe levantar lentamente y lo más vertical posible, evitando giros e inclinaciones, para que la muestra tenga un buen comportamiento, según la norma NTC- 396, se recomienda levantar el cono en un tiempo entre 3 y 7 segundos, el tiempo total del ensayo no debe ser mayor a 3 minutos.

Después de tener el concreto asentado sobre la base metálica, se coloca el cono boca abajo, sobre este la varilla compactadora y con el flexómetro se mide el asentamiento de la muestra. La constructora tiene un rango de aceptación en donde se avalan concretos con 1" +/- para los concretos convencionales y para los concretos autocompactantes con 2" +/- .

5.1.2 Ensayo de cilindros. El número de muestras para el control de calidad de los apartamentos fundidos diariamente se fijó desde el inicio del proyecto, que se iban a tomar muestras cada 40 m³ ó por jornada de fundida, lo cual se tenía plasmado en el Plan de Calidad del proyecto Sacromonte, basados en la norma NTC- 454; cantidad que más adelante con el avance del proyecto y de acuerdo al volumen promedio de cada fundida tocó reajustarlo al volumen real de los apartamentos.

5.1.1.1 Muestreo. Según los parámetros fijados en el plan de calidad, se determinó enviar muestras a ensayos de compresión a las edades de 3, 7, 14, 28 días para los muros y placas de los apartamentos, ya que debido al rápido avance de la obra, era de vital importancia tomar decisiones radicales en cuanto a las muestras de concreto que no alcanzaran la resistencia esperada. Hubo varias muestras donde fue necesario el ensayo de los cilindros testigos a la edad de 56 días, pero solo tuvimos una muestra en donde los testigos no alcanzaron la resistencia, por lo que la diseñadora estructural ordenó realizar la extracción de núcleos.

Luego de realizar la extracción de cuatro núcleos, se descartó uno de ellos, ya que tenía en su interior acero de refuerzo, lo que significaría alteraciones en los resultados del ensayo a compresión.

Los núcleos extraídos fueron llevados al laboratorio para realizar el ensayo a compresión, en el cual los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, porque la

resistencia alcanzada fue del 77 %. El procedimiento que se realizará, bajo la supervisión de la diseñadora estructural, es el reforzamiento de los muros que se encuentran en ese estado.

Figura 20. Núcleos ensayados a compresión



5.1.1.2 Procedimiento. Los especímenes se deben elaborar sobre una superficie nivelada, rígida, libre de vibración o de cualquier otra perturbación y preferiblemente en el sitio en donde serán almacenados.

Cada cilindro debe ser llenado en tres capas, cada capa debe tener 10 centímetros de espesor aproximadamente y debe ser chuzada 25 veces con la varilla compactadora, evitando en lo posible tocar el fondo de la base metálica en la primera capa, para las siguientes capas se debe evitar chuzar la capa anterior. Tan pronto se chuza cada capa, se debe golpear con el chipote 14 veces no muy fuerte alrededor del cilindro, con el fin de eliminar los espacios vacíos que se pueden generar en el concreto de dicha muestra.

Figura 21. Elaboración Cilindros



Después de compactar la muestra, se enrasa la superficie del cilindro para quitar el exceso de concreto, utilizando una llana metálica pequeña. Este acabado se realiza con el cuidado necesario para producir una superficie homogénea y lisa sin alterar las condiciones de la muestra.

5.1.1.3 Curado. Las muestras se deben almacenar en un ambiente apto, para que se impida la pérdida de humedad de los cilindros hasta por 24 h. La temperatura en los especímenes se debe controlar en todo momento protegiéndolos de la luz solar directa y de dispositivos de calefacción que se encuentren cercanos al lugar de almacenamiento.

Los especímenes que van a ser transportados antes de 48 h al laboratorio para el curado final deben permanecer en los moldes en un ambiente húmedo, hasta que sean recibidos en el laboratorio y sometidos a curado final. Los especímenes no deben ser desencofrados antes de 12 h, deben ser transportados en un lapso de 48 h, tan pronto se retiren los moldes, las muestras se deben sumergir completamente en agua hasta que sean transportados. Se debe garantizar el flujo de agua libre sobre todas las superficies del cilindro.

Figura 22. Cilindros en proceso de curado



5.1.1.4 Transporte de muestras. Para el envío de las muestras se tenía una programación semanal. Las fechas de ensayo eran llevadas en obra, teniendo cuidado que estas coincidieran con las fechas de envío, de lo contrario se debía hablar para que se recogieran el día de ensayo.

Mediante el formato de ENVIO DE ELEMENTOS DE CONCRETO A ENSAYO se controlaba el envío y proporcionaban las fechas de ensayo de cada una de las muestras que eran enviadas.

Para el transporte de las muestras se hacía en cajones en donde se colocaban las muestras, este sirve para evitar golpes y fisuras en las muestras.

6. CONTROL DE CALIDAD DEL ACERO

Se estableció en el plan de calidad realizar el muestreo del acero que llega a la obra, cada 100 toneladas recibidas. El muestreo consiste en tomar una barra de acero de cada uno de los diámetros que se utilizan en la obra, y fraccionarla en tramos de un metro, donde dos eran enviados al laboratorio y uno dejado en obra como testigo. Las muestras enviadas se remisionaban en el formato de ENVIO DE ELEMENTOS DE ACERO A ENSAYO, en donde se dejaba evidenciado el número del lote al que pertenecían cada una de las barras tomadas para realizar el muestreo.

6.1 ENSAYO DE TENSION Y CORTANTE (BARRAS DE ACERO)

El acero tanto figurado como recto en el proyecto Sacromonte Agrupación I, fue suministrado por DIACO, entidad a la cual se le exigían los certificados de calidad del material suministrado; no obstante se realizaba el respectivo muestreo interno con el fin de corroborar los resultados emitidos por el proveedor, en dichos certificados.

Figura 23. Muestras de barras de acero



Las barras de acero eran enviadas para realizar los ensayos de cortante y tracción, y los resultados eran emitidos 15 días después por el laboratorio.

6.2 ENSAYO DE TENSIÓN, CORTANTE Y DOBLAMIENTO (MALLAS)

Las mallas recibidas en obra debían venir con su certificado de calidad, por parte del proveedor, el almacenista era el encargado de su recibimiento y el auxiliar de calidad debía exigir dicho certificado, para dar constancia de que el producto recibido en obra cumple con los parámetros exigidos por la empresa.

De igual forma, con las mallas se realizaban dos cortes de 1m x 1m, los cuales eran enviados al laboratorio y en obra se conservaba un corte como testigo, en caso de que se presentara alguna anomalía con alguna de las muestras. En el formato de envío de elementos a ensayo se especificaba el grafil de cada una de las muestras enviadas y el lote al cual pertenecían.

Figura 24. Muestra de malla de acero



7. CONCLUSIONES

- ✓ La práctica empresarial es una gran oportunidad para poner en práctica los conocimientos adquiridos en el proceso de pregrado y es el primer peldaño para iniciar una vida laboral en el campo de la ingeniería.
- ✓ Los conocimientos que se adquieren en la práctica, fortalecen el proceso de aprendizaje, ya que se presentan situaciones que requieren soluciones con criterios, que con la ayuda de los ingenieros y su experiencia, nos transmiten un crecimiento profesional.
- ✓ La implementación de un sistema constructivo industrializado, arroja muy buenos resultados en cuanto al avance de la obra, pero se deben tener cuidados con la formaleta, ya que cualquier alteración sufrida, se reflejará en la fundida de los siguientes apartamentos.
- ✓ La constructora David Puyana S.A, al implementar los sistemas de gestión de calidad en cada uno de sus proyectos, le da la autonomía para que en cada una de las obras ajusten sus propios lineamientos, pero a su vez exige su cumplimiento, por lo que en cada proyecto nuevo se van optimizando todos los procesos que se llevan a cabo.
- ✓ El auxiliar de calidad es quien se encarga de velar por que todos los procesos que estén ejecutando, lleguen a feliz término y en lostiempos programados; siguiendo los parámetros que se encuentran en la Norma Técnica Colombiana.

BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION -
ICONTEC. Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.
NTC – 550, Bogotá D.C.: El Instituto, 2000, 11p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION -
ICONTEC. Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros
normales de concreto. NTC – 673, Bogotá D.C.: El Instituto, 2000, 11p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN-
ICONTEC, Hormigón fresco toma de muestras .NTC 454 Bogotá D.C, 1998 -09-
23p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION-
ICONTEC, Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC-
396 Bogotá D.C. El Instituto, 1992- 01-15p.

PADILLA MEJIA C ; PLAN DE CALIDAD SACROMONTE ABADIAS. Segunda
Versión, Bucaramanga 2014, Anexos 1-2.