

SEGUIMIENTO Y CONTROL AL PLAN CALIDAD DEL PROYECTO CASA 40 DE URBANAS S.A.

MARÍA FERNANDA TARAZONA AYALA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2017**

SEGUIMIENTO Y CONTROL AL PLAN CALIDAD DEL PROYECTO CASA 40 DE URBANAS S.A.

MARÍA FERNANDA TARAZONA AYALA

Trabajo de grado realizado en la modalidad de práctica empresarial como requisito para optar al
título de
INGENIERA CIVIL

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO
ING. GABRIEL ALEXIS MEDINA DELGADO
Docente de la Facultad de Ingeniería Civil UPB

TUTOR DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL
ING. ANDREA AMAYA IBÁÑEZ
Directora de Obra del Proyecto CASA 40 de URBANAS S.A.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS
FLORIDABLANCA
2017

Nota de aceptación

Ing. Andrea Amaya Ibáñez
Tutor Empresarial

Ing. Gabriel Alexis Medina Delgado
Tutor Académico

Evaluador

Evaluador

Bucaramanga, Julio de 2017

DEDICATORIA

Al Ser Supremo. A mis padres Consuelo y Adolfo por amar y creer profundamente, a mi hermana Daniela y a mi fiel compañero, Jacobo. Al coro UPB y al Mtro. Jorge por cultivar en mí el arte.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana y al equipo docente por la formación académica adquirida, por el esfuerzo en crear profesionales con sentido humano y por la generación de espacios propios para la ciencia y el arte. Gracias especialmente a los ingenieros Jhon Javier Morales y Leonardo Barón, profesionales íntegros y apasionados, que lograron motivarme y despertar mi interés en diversos temas de la ingeniería civil.

A URBANAS S.A. por su compromiso con la educación y de forma especial, por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales de la mano de personas competentes, íntegras y visionarias. Gracias a todo el personal administrativo y de obra por la calidez y la confianza depositada.

Igualmente a la ingeniera Andrea Amaya quien para mi representó el empoderamiento de la mujer en la industria de la construcción.

Gracias especiales al ingeniero Gabriel Alexis Medina por orientar el desarrollo de la presente práctica hacia un formato diferente, por la exigencia y el tiempo dedicado.

Finalmente agradezco a la ingeniera Tatiana Ruiz, a quien aprecio profundamente, por el apoyo brindado y por las enseñanzas compartidas durante mi estadía en el proyecto.

CONTENIDO

1. OBJETIVOS	15
1.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	16
2.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	16
2.2. MISIÓN	16
2.3. VISIÓN.....	16
2.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	17
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CASA 40	18
4. MARCO TEÓRICO	19
5. ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	23
5.1. SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES CONTEMPLADAS EN EL PLAN CALIDAD DEL PROYECTO.....	23
5.1.1. Control de planos	23
5.1.2. Control de calidad a los concretos en obra	24
5.1.3. Control de calidad a los aceros en obra	29
5.1.4. Verificación y ajuste de aparatos topográficos	30
5.1.5. Control de calidad a las actividades realizadas en obra a través de la revisión de flexómetros 31	
5.2. SEGUIMIENTO A LA OBRA EJECUTADA.....	32
5.2.1. Descripción de las fases del proyecto ejecutadas durante la práctica profesional.....	32
5.2.2. Seguimiento y registro de las actividades ejecutadas	35
5.2.3. Registro fotográfico de las actividades ejecutadas.....	37
5.2.4. Reporte de no conformidades presentes durante la ejecución de las actividades	47
5.2.5. Registro gráfico de las no conformidades	50
5.3. NO CONFORMIDADES EN OBRA POR PROBLEMAS DE CALIDAD EN EL CONCRETO	56
5.3.1. Aspectos generales de los concretos autocompactantes.....	56
5.3.2. Casos de estudio.....	57

5.3.3. Recomendaciones para la colocación de concretos autocompactantes en obra	66
6. CONCLUSIONES.....	67
7. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional de la Gerencia de Operaciones de URBANAS S.A.	17
Figura 2. Render CASA 40	18
Figura 3. Esquema de la relación entre los procesos de Gestión de Diseño, Gestión de la Construcción y Medición y Mejora.....	21
Figura 4. Esquema del control de calidad y trazabilidad de planos en obra	23
Figura 5. Esquema de los controles de calidad a los concretos	24
Figura 6. Trazabilidad en los concretos	29
Figura 7. Controles de calidad a los aceros en obra.....	30
Figura 8. Trazabilidad de los aparatos topográficos	31
Figura 9. Niveles de pisos construidos	32
Figura 10. Render de la zona del lobby	33
Figura 11. Planta estructural del piso 1-Lobby con detalle de avance en áreas fundidas	33
Figura 12. Plantas estructurales de los pisos 2 y 3 con detalles de las áreas fundidas.....	34
Figura 13. Planta estructural del piso 4 con detalle de las áreas fundidas	34
Figura 14. Planta estructural del piso 5 con detalle de las áreas fundidas	35
Figura 15. Demolición del contrafuerte Norte del Sótano 2	37
Figura 16. Armado de placa costado Nor-occidental del piso 1	38
Figura 17. Fundida de placa Sur-occidental del piso 1	38
Figura 18. Armado y fundida de placa en la zona de piscina para niños	39
Figura 19. Armado de placa inclinada del piso 2, costado Sur-oriental	40
Figura 20. Armado de rampa Sur, placa inclinada y plana del piso 2.....	41
Figura 21. Fundida de placa inclinada del piso 2.....	41
Figura 22. Armado y fundida de pantallas y columnas sobre el piso 2	42
Figura 23. Armado de la placa del piso 3	43
Figura 24. Fundida de la placa del piso 3	44
Figura 25. Armado de placa inclinada y rampa del piso 3	45
Figura 26. Armado y fundida de la placa del piso 4	46
Figura 27. Armado de entarimado y placa del piso 5.....	46
Figura 28. No conformidad 003. Mal entarimado de la viga 645 del piso 1	50
Figura 29. No conformidad 005. Demolición de la pantalla tipo 9 del Sótano 1	51
Figura 30. No conformidad 007. Placa del piso 1 parcialmente fundida	51
Figura 31. No conformidad 012. Viga 623 sin varillas de segunda fila	52
Figura 32. No conformidad 013. Hormigueros de alta profundidad en la viga 610A del piso 1.....	52
Figura 33. No conformidad 016. Viga 707 del piso 2 afectada por la lluvia	53
Figura 34. No conformidad 017. Hormigueros en la viga 613 entre ejes 1 y 2	53
Figura 35. No conformidad 019. Falta de recubrimiento en la torta inferior del piso 2.....	54
Figura 36. Solución planteada a la no conformidad 019. Paneles de concreto de 4 pulgadas de diámetro.....	54
Figura 37. No conformidad 028. Hormigueros en la 726 del piso 2	55
Figura 38. No conformidad 029. Hormigueros en la viga 831 del piso 3	55
Figura 39. Esquema de las propiedades del concreto autocompactante	57

Figura 40. Fisuras en el foso del ascensor del Sótano 1	57
Figura 41. Asentamientos en concretos autocompactantes	58
Figura 42. Demolición de la sección afectada del foso del ascensor del piso 1	59
Figura 43. Apiques y demolición de la sección afectada del foso del ascensor del piso 1	59
Figura 44. Pantalla 6 del piso 1 afectada por pérdida de manejabilidad y estabilidad del concreto ..	60
Figura 45. A la izquierda, no conformidad 020: concreto de 56 MPa con flujo de 790 mm. A la derecha, no conformidad 021: concreto de 56 MPa con flujo de 850 mm	61
Figura 46. Material arrojado por la mixer en el primer muestreo para medir el flujo libre	62
Figura 47. Primer ensayo de flujo libre	63
Figura 48. Material del segundo muestreo para medir el flujo libre	64
Figura 49. Torta de flujo libre en excelentes condiciones	65
Figura 50. Flujo libre en concreto de 49 MPa	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Procesos del Sistema de Gestión de Calidad	21
Tabla 2. Asentamiento para concretos en obra según elementos	25
Tabla 3. Rangos de aceptación de la manejabilidad para los concretos autocompactantes del proyecto	26
Tabla 4. Especificaciones para la toma de muestras de concreto	27
Tabla 5. Registro de actividades ejecutadas en el proyecto durante la práctica empresarial	36
Tabla 6. Reporte de no conformidades presentadas durante la ejecución de las actividades	47

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Formato INT-FO-05. Control de entrega de planos en obra.	72
ANEXO 2. Formato CTR-FO-31. Registro y control diario de concretos.	73
ANEXO 3. Formato CTR-FO-52. Control de desperdicios y volúmenes.	75
ANEXO 4. Formato CTR-FO-15. Ensayo de concreto.	76
ANEXO 5. Formato para el informe de avance diario de actividades y no conformidades.	77

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SEGUIMIENTO Y CONTROL AL PLAN CALIDAD DEL PROYECTO CASA 40 DE URBANAS S.A.

AUTOR(ES): María Fernanda Tarazona Ayala

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Gabriel Alexis Medina Delgado

RESUMEN

El siguiente trabajo de grado contiene las actividades realizadas en la empresa URBANAS S.A. durante el tiempo de la práctica empresarial. Se llevó a cabo el seguimiento y control de las actividades planteadas en el plan calidad del proyecto, las cuales fueron contempladas para dar cumplimiento al Sistema de Gestión de Calidad de la empresa. Estas actividades se vinculan con las pruebas y ensayos necesarios para garantizar la calidad en cada uno de los procesos. De forma participativa y voluntaria se realizó el seguimiento a los procesos constructivos, documentando las actividades de avance y las no conformidades generadas en ellas. Finalmente, se estudiaron las generalidades y problemas presentados tras la utilización de concreto autocompactante en el proyecto.

PALABRAS CLAVES:

Sistemas de gestión de calidad, no conformidades, concreto autocompactante.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: MONITORING AND CONTROL TO THE QUALITY PLAN OF THE PROJECT CASA 40 OF URBANAS S.A.

AUTHOR(S): María Fernanda Tarazona Ayala

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Gabriel Alexis Medina Delgado

ABSTRACT

The next degree work contains the activities developed in the company URBANAS S.A during the time of the business practice. Monitoring and control of activities proposed in the quality plan of the project was carried out, which were contemplated in order to comply with the Quality Management System of the company. This activities correspond to the tests necessary to guarantee the quality in each one of the process. In a participatory and voluntary way, the construction processes were monitored documenting the activities of progress and the nonconformities generated in them. Finally, the generalities and problems presented after the use of self-compacting concrete in the project were studied.

KEYWORDS:

Quality Management Systems, nonconformities, self-compacting concrete.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción representa un gran porcentaje de la economía del país gracias al auge que vive hoy en día, haciéndose visible en la satisfacción de las necesidades de la población, tales como la construcción de nuevas vías, zonas residenciales, urbanísticas, remodelación de espacios, etc. Por ello, cada día deben plantearse nuevos controles que permitan realizar el correcto seguimiento a las actividades base para el desarrollo de estos proyectos, para esto las empresas se ajustan a los estándares internacionales de calidad.

La adopción de la ISO 9001 representa una ruta a seguir para lograr esta acreditación de calidad. Si bien su empleo es más familiarizado con el sector manufacturero y otras actividades industriales, lo planteado por esta norma también permite a las empresas constructoras estandarizar los servicios y la calidad del producto, reducir los costos y garantizar la mejora continua de sus procesos.

En su proceso de ajuste a la norma, URBANAS S.A. ha desarrollado un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) que tiene como alcance la gestión del diseño arquitectónico, urbanístico y técnico asociado a la construcción de edificaciones y obras de urbanismo, así como la comercialización y construcción de edificaciones y obras de urbanismo. En este SGC se identifican y se establecen los controles a cada uno de los procesos que permiten el funcionamiento de la organización, entre los cuales se destaca el proceso de Gerencia de la Construcción.

El desarrollo de la práctica empresarial se fundamentó en el proceso de Gerencia de la Construcción, orientándose específicamente en el seguimiento y control a las actividades contempladas en el Plan Calidad (*) del proyecto. Con la intención de ir más allá se realizó también un seguimiento al proceso constructivo, haciendo registro del avance de las actividades, sus no conformidades (**) y las soluciones planteadas por el equipo del proyecto.

(*) Documento que especifica los procedimientos de control de calidad, recursos y responsables en una actividad.

(**) Incumplimiento de un requisito.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Efectuar el seguimiento y control de las actividades previstas por el plan calidad del proyecto CASA 40 de URBANAS S.A., con el fin de contribuir a la mejora continua de los procesos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Controlar que cada una de las actividades de obra se realicen conforme a las especificaciones técnicas indicadas.
- Supervisar las pruebas y ensayos que se estipulen en el plan de calidad de obra, de acuerdo con el Sistema de Gestión de Calidad (SGC).
- Preparar la documentación necesaria para realizar el control de las actividades correspondientes al Sistema de Gestión de Calidad (SGC).
- Estudiar la normativa ISO 9001 vigente con el ánimo de fortalecer el acompañamiento a los procesos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. RESEÑA HISTÓRICA

Hacia el año 1923 Alejandro Puyana Martínez fundó, junto con sus familiares, la sociedad anónima Sucesores de David Puyana S.A.

Desde entonces, la empresa ha contribuido al desarrollo urbanístico del Área Metropolitana de Bucaramanga. En los años 30 y 40 construyó el barrio Sotomayor y dio inicios al urbanismo de Cabecera, respectivamente. Más adelante, en 1949, en manos de Armando Puyana Puyana, se transforma la sociedad en Urbanizadora David Puyana S.A. – URBANAS S.A. Así pues, en los años 70 la empresa comienza su desarrollo en el sector Cañaveral, posteriormente, centra su atención en Ruitoque Condominio y la Mesa de Ruitoque, lugares de gran proyección por la empresa.

URBANAS S.A. no solo se ha caracterizado por la construcción urbanística, sino que además ha realizado proyectos con fines institucionales, comerciales, industriales y sociales, entre los cuales se destacan: Edificio USTA 25 años de la Universidad Santo Tomás, Centro de Ferias y Exposiciones CENFER, Almacenes Éxito, Centro Comercial Cabecera I,II, III y IV Etapa, Gaseosas Hipinto S.A.S, Zona Franca Permanente Especial – FOSUNAB, Hotel Tryp Bucaramanga, entre otros. ¹

2.2. MISIÓN

“Urbanas S.A. desarrolla proyectos inmobiliarios innovadores de alta calidad con excelentes zonas comunes y servicios complementarios, creando entornos urbanos acogedores que atienden las necesidades de familias y usuarios en ciudades con desarrollo sostenible, generando crecimiento a los colaboradores, valor a sus clientes y rentabilidad para sus accionistas”.

2.3. VISIÓN

“En el 2025 Urbanas S.A. será una empresa constructora fortalecida con un crecimiento interanual sostenible, a través de una importante participación nacional y nuevos negocios en la cadena de valor, destacándose por su eficiencia operacional, el cumplimiento a sus clientes y un equipo humano integral”²

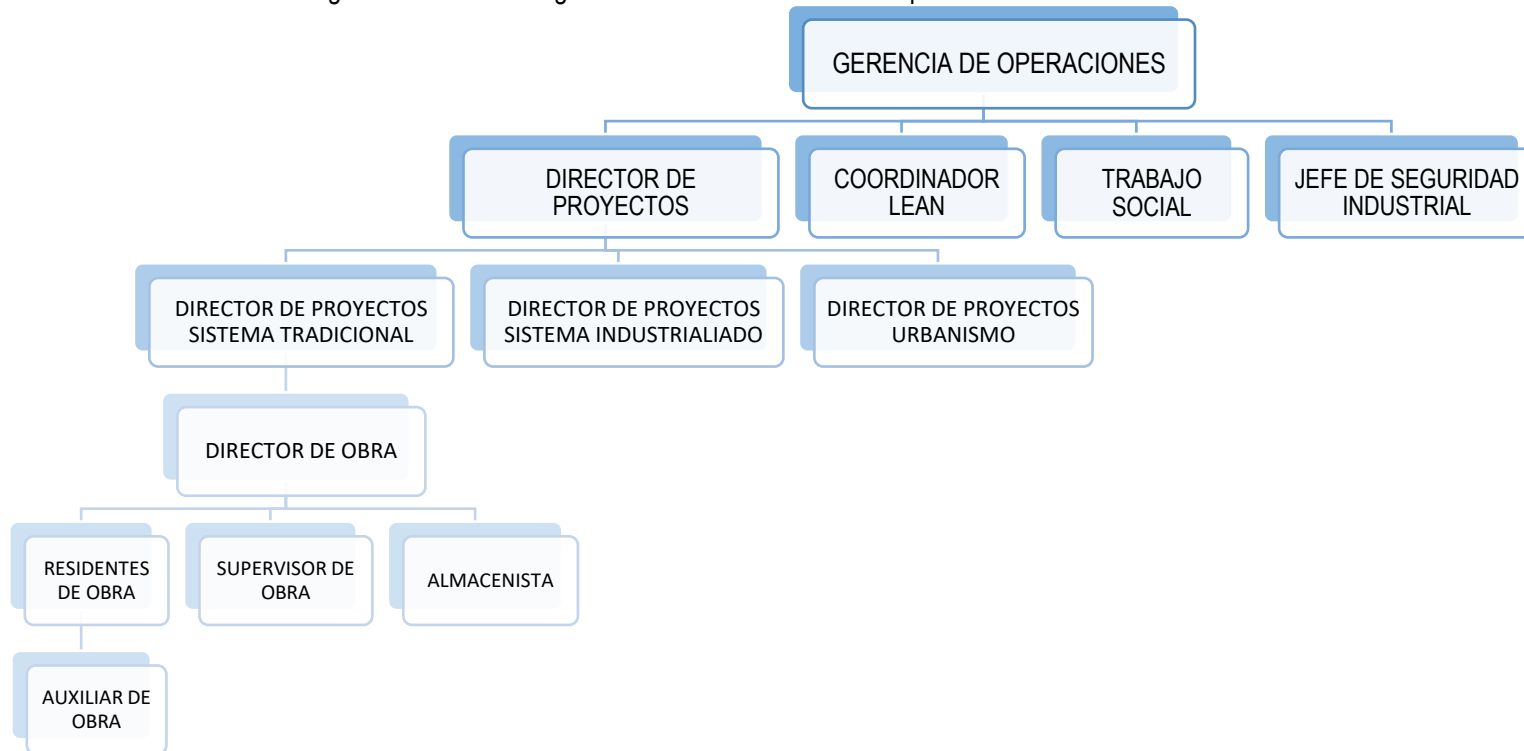
¹ URBANAS, Quienes somos. Página web. Versión HTML, (citado el 4 de Febrero de 2017). Disponible en <<http://www.urbanas.com/secciones-24-s/quienes-somos.htm>>

² URBANAS S.A. Manual Calidad (Manejo confidencial).

2.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El siguiente esquema representa la estructura organizacional de la gerencia de operaciones de URBANAS S.A, teniendo en cuenta que es a este departamento al cual pertenece el cargo de Auxiliar de Obra.

Figura 1. Estructura organizacional de la Gerencia de Operaciones de URBANAS S.A.



Fuente: Elaboración propia.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CASA 40

Figura 2. Render CASA 40



Fuente: www.urbanas.com/casa40

Ubicado entre la carrera 40 y 42 con calle 48 del barrio Cabecera, CASA 40 es un proyecto inspirado en los rascacielos de Manhattan, que busca brindar exclusividad y comodidad a través del desarrollo de un ambiente vanguardista.

Está conformado por 116 unidades de apartamentos, con 9 tipos de diseños que oscilan entre los 69 m² y los 329 m² metros de área construida. Éstos se realizarán a lo largo de 28 niveles de altura; además, cuenta con 5 niveles de parqueaderos y una zona social en la que se encuentran piscinas para niños y adultos, solárium y espacios para el desarrollo de juegos de mesa, pilates, yoga, entre otros.

La estructura de torre de apartamentos, se llevará a cabo a través del Sistema tradicional, conformado por pórticos en concreto reforzado, pantallas y placas aligeradas. Igualmente, la estructura de parqueaderos se construirá a través del sistema tradicional, cambiando las placas aligeradas por placas macizas.³

³ URBANAS S.A. Plan calidad CASA 40 (Manejo confidencial).

4. MARCO TEÓRICO

Los **Sistemas de Gestión de Calidad (SGC)** son estructuras operativas adoptadas por las empresas, que permiten a través de normas y estándares internacionales, el seguimiento y control de las actividades de una determinada misión para satisfacer los requerimientos acordados con clientes.

Estos SGC varían según el enfoque organizacional, sin embargo todos se encuentran regulados por la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization – ISO). Esta organización existe de forma independiente y no gubernamental desde 1947, encargándose de coordinar y unificar estándares mundiales que permiten a las empresas asegurar que sus productos y servicios son apropiados ⁴

La Organización Internacional de Normalización, ISO, cuenta con un conjunto de normas orientadas a la implementación y operación de SGC exitosos, denominadas Normas ISO 9000. Incluyen:

- ✓ ISO 9001: 2015 – Establece los requisitos de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC).
- ✓ ISO 9000: 2015 – Cubre los conceptos básicos y el lenguaje.
- ✓ ISO 9004: 2009 – Se centra en cómo hacer que un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) sea más eficiente y eficaz.
- ✓ ISO 19011: 2011 – Presenta una guía sobre las auditorías internas y externas de los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC).

TRAZABILIDAD SEGÚN ISO 9000: 2015

Es definida como la capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración. Los registros, que representan los resultados obtenidos o proporciona evidencia de las actividades ejecutadas, son un ejemplo para documentar la trazabilidad. ⁵

ENFOQUE DE LOS SGC SEGÚN ISO 9001: 2008

La norma ISO 9001 proporciona los criterios para un SGC, promoviendo la adopción de un enfoque basado en procesos. Por ello, considera que una actividad o un conjunto de actividades que utiliza

⁴ Sistemas y calidad total (2011). Sistemas de gestión de calidad, historia y definición. [online]. Disponible en <<http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/sistemas-de-gestion-de-la-calidad-%E2%94%82-historia-y-definicion/>>

⁵ ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Sistemas de gestión de calidad: fundamentos y vocabulario. ISO 9000. Ginebra: ISO, 2015. 25 p.

recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. En relación, la identificación e interacción entre procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse “enfoque basado en procesos”.

Adicionalmente, la norma sugiere la metodología “Planificar - Hacer - Verificar – Actuar” (PHVA) para abordar cada proceso, la cual puntualiza:

- ✓ **Planificar:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- ✓ **Hacer:** Implementar los procesos.
- ✓ **Verificar:** Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.
- ✓ **Actuar:** Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.⁶

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE URBANAS S.A

▪ Política de calidad

“URBANAS S.A. diseña, comercializa y construye proyectos inmobiliarios y construcciones para terceros en las que consideramos serán las “ciudades del mañana” en Colombia. Nuestros proyectos son preferidos por la excelencia y funcionalidad de su diseño y cumplen satisfactoriamente con la normatividad legal pertinente y con los requisitos y especificaciones acordados con nuestros clientes. Nuestros procesos mejoran continuamente, apoyados en la alta competencia de nuestro equipo humano y de nuestros proveedores y contratistas.”

▪ Objetivos de calidad

1. Cumplir con la entrega de los productos de acuerdo a los requisitos establecidos por el cliente.
2. Lograr el desarrollo de los proyectos de construcción en los tiempos programados y según la utilidad estimada.
3. Cumplir con el desarrollo del control de calidad por obra.
4. Obtener un alto desempeño por parte del recurso humano de la organización.
5. Asegurar la calidad de los productos adquiridos y los servicios contratados.

▪ Procesos del Sistema de Gestión de Calidad

Para dar cumplimiento a los objetivos de calidad y a la normativa ISO 9001:2008, URBANAS S.A. identifica los siguientes procesos y sus responsables.⁷

⁶ ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Sistemas de gestión de calidad: requisitos. ISO 9001. Ginebra: ISO, 2008. VII p.

⁷ URBANAS S.A. Manual Calidad (Manejo confidencial).

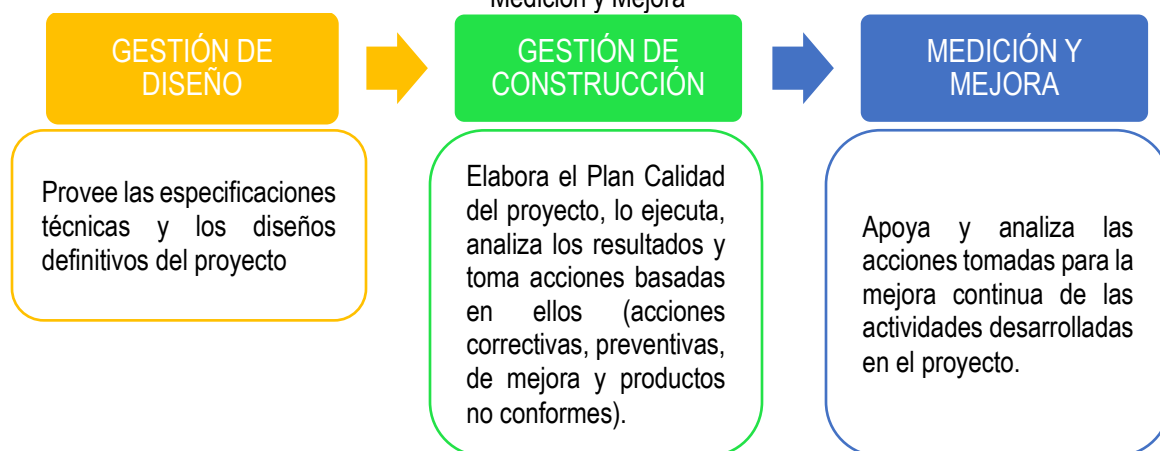
Tabla 1. Procesos del Sistema de Gestión de Calidad

SIGLA	PROCESO	RESPONSABLE
EST	Gestión Estratégica	Presidente Ejecutivo
PRE	Gestión de Predios	Jefe de Gestión Urbana y Ambiental
COP	Conceptualización del Producto	Jefe de diseño de proyectos arquitectónicos y urbanísticos
DIS	Gestión de Diseño	Gerente de Planeación
VEN	Gestión Comercial	Gerente de Proyectos Inmobiliarios
CTR	Gestión de Construcción	Director de Obra
INT	Gestión de Interventoría	Jefe de Interventoría
CYC	Gestión de Compras y Contratación	Gerente de Compras y Contratación
LEG	Gestión de Legalización	Jefe Jurídico
SAI	Gestión de Servicios de Administración Inmobiliaria	Gerente de Servicios Inmobiliarios
SIS	Gestión de Tecnología	Jefe de TI
CAR	Gestión Cartera	Jefe de Cartera
GHU	Gestión Humana	Gerente de Gestión Humana
DOC	Gestión Documental	Jefe de Archivo
MYM	Medición y Mejora	Jefe del Sistema de Gestión de Calidad

Fuente: Manual de calidad de Urbanas S.A.

- Plan Calidad

Figura 3. Esquema de la relación entre los procesos de Gestión de Diseño, Gestión de la Construcción y Medición y Mejora



Fuente: Elaboración propia.

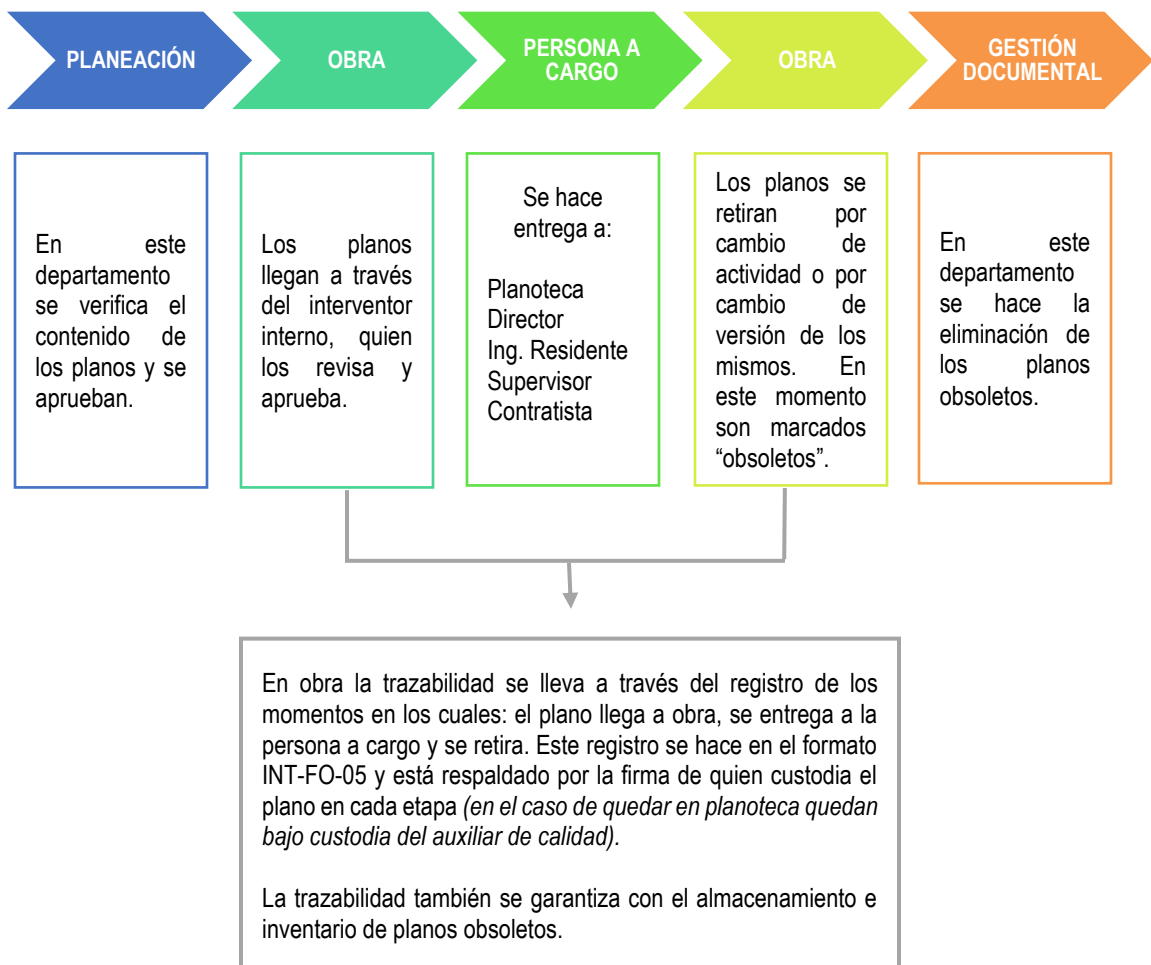
La anterior figura permite identificar el término “Plan Calidad” como producto de la relación entre los procesos de Gestión de Diseño, Gestión de la Construcción y Medición y Mejora. En consecuencia, y en relación con la ISO, este documento especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse para asegurar la calidad de las actividades constructivas, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse.

5. ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

5.1. SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES CONTEMPLADAS EN EL PLAN CALIDAD DEL PROYECTO

5.1.1. Control de planos

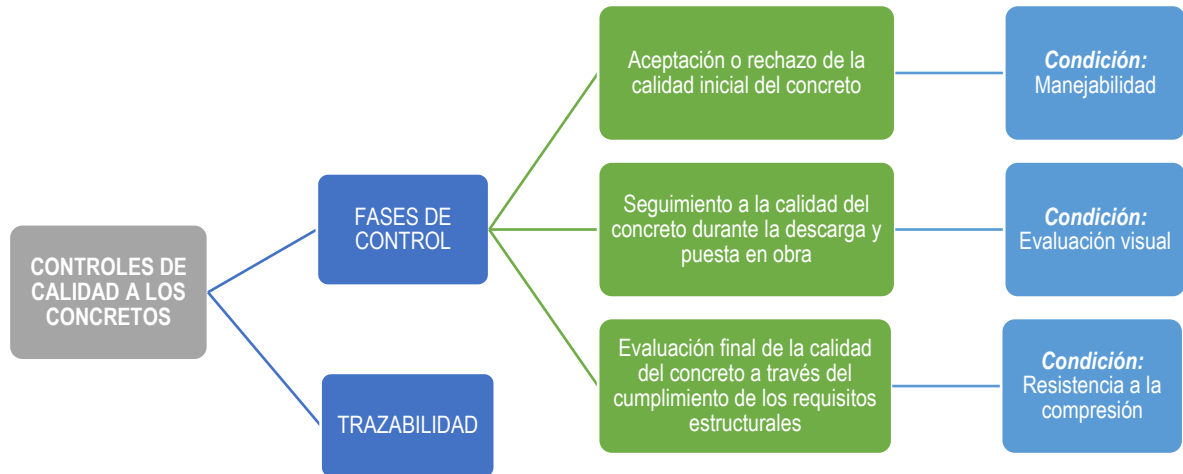
Figura 4. Esquema del control de calidad y trazabilidad de planos en obra



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. Control de calidad a los concretos en obra

Figura 5. Esquema de los controles de calidad a los concretos



Fuente: Elaboración propia.

▪ CONTROL DE CALIDAD INICIAL

En este primer instante se mide la manejabilidad como condición de aceptación o rechazo de la calidad del concreto. Ésta también podría describirse como el lapso que hay para utilizar el concreto antes de que llegue a su fraguado inicial.

La manejabilidad, también llamada trabajabilidad, es el grado de facilidad o dificultad con que el concreto puede ser mezclado, manipulado, transportado, colocado y terminado sin que pierda su homogeneidad y sin segregación ni exudación.⁸

Para ello, se distinguen dos tipos de ensayos según los tipos de concretos utilizados en obra.

a) Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto - NTC 396

Este ensayo se efectuó en concretos con resistencias de 21 MPa, 28 MPa y 35 MPa.

El procedimiento consiste en llenar con una muestra de concreto fresco el cono de Abrams, colocando tres capas de igual volumen y golpeando 25 veces con una varilla compactadora cada capa,

⁸ NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: métodos de ensayo para medir el flujo libre, flujo restringido y segregación en concretos autocompactantes. NTC 5222. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2003. 2 p.

asegurando una distribución uniforme. Finalmente se enrasa la superficie y se retira el molde procurando la menor afectación al concreto. Para medir el asentamiento se coloca el molde invertido sobre la superficie, la varilla compactadora de forma horizontal sobre el molde y se toma la distancia entre el centro del concreto y la varilla compactadora.⁹

Es recomendable realizar este ensayo durante los primeros 15 minutos de llegado el camión mixer a la obra, esto para verificar que el concreto siga en estado fresco y para tener una medida indicativa del tiempo disponible para su vaciado.¹⁰

De acuerdo al Plan Calidad¹¹ del proyecto y a las especificaciones de la concretera, el rango de aceptación de estos concretos es entre tres y seis pulgadas. A partir de ello y según las necesidades del elemento a fundir, se lleva el concreto a un nuevo asentamiento.

Tabla 2. Asentamiento para concretos en obra según elementos

RESISTENCIA (PSI)	ELEMENTO	ASENTAMIENTO TEÓRICO	ASENTAMIENTO NUEVO
4000	Escaleras, rampas y muros	3" – 6"	6" - 6 ½"
5000	Estructura de placa	3" – 6"	7" – 7 ½"

Fuente: Elaboración propia.

b) Métodos de ensayo para medir el flujo libre, flujo restringido y segregación en concretos autocompactantes – NTC 5222

Este ensayo se realizó a concretos de 49 MPa y 56 MPa.

Los concretos autocompactantes tienen la característica de fluir dentro del encofrado sin necesidad de vibración; dada esta condición de gran fluidez, para medir la manejabilidad se hace a través del ensayo de flujo libre.

El procedimiento se realiza, igualmente, con el cono de Abrams, pero el llenado del molde se hace en una sola capa y sin consolidación de la muestra. Posteriormente, se retira el molde dejando que el concreto se esparza sobre toda la superficie. Para determinar el manejabilidad se miden dos diámetros y el resultado es el promedio de éstos.

⁹ NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Ingeniería civil y arquitectura: método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC 396. Bogotá D.C: ICONTEC, 1992. 2 p.

¹⁰ CLAROS, Eduardo. Recomendaciones para la colocación de concreto en obra. En: Blog 360° en concreto. (en línea). 2013. [consultado 6 jul. 2017]. Disponible en < <http://blog.360gradosenconcreto.com/recomendaciones-para-la-colocacion-de-concreto-en-obra/>>

¹¹ Plan Calidad CASA 40. (Manejo confidencial).

Según el Plan Calidad del proyecto y las especificaciones dadas por la concretera, el rango de aceptación se encuentra entre 550 y 750 milímetros. Sin embargo, se establecen los siguientes rangos de flexibilidad.

Tabla 3. Rangos de aceptación de la manejabilidad para los concretos autocompactantes del proyecto

<i>Aceptación mínima</i>	450 mm	Únicamente en esta condición se acepta la colocación de aditivo para llevar el concreto a su condición ideal (esto según las recomendaciones de la concretera). Sin embargo, si después de agregar aditivo el concreto sobrepasa el rango de aceptación o se segrega, se ordena el retiro del carro mixer de la obra.
<i>Rango de aceptación</i>	Entre 550 mm y 750 mm	Condición ideal con la cual el concreto puede ser descargado inmediatamente.
<i>Aceptación máxima</i>	790 mm	En este momento se recomienda recibir el concreto y darle mezclado por 15 minutos. Si el valor no baja a su condición ideal, se ordena el retiro del carro mixer de la obra.

Fuente: Elaboración propia.

▪ CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA DESCARGA DEL CONCRETO

En este instante la aceptación de la calidad depende del tipo de concreto y es dada por una evaluación visual al comportamiento del mismo. Para ambos tipos de concreto, convencionales y autocompactantes, se mide el grado de manejabilidad durante el tiempo de descarga.

En los concretos convencionales esta manejabilidad se traduce en la facilidad con la cual el material puede ser manipulado por los obreros o en la cantidad de vibrado que requiera para ocupar los espacios. Es decir, la característica que se hace más relevante es el lapso de manejabilidad antes del fraguado inicial.

Para los concretos autocompactantes el seguimiento al comportamiento se realiza para asegurar que la mezcla no se torne inestable, es decir que el material no se segrege, e igualmente para evaluar el tiempo de manejabilidad antes del fraguado inicial. Estas características se pueden observar si en el momento de la descarga el concreto adopta un comportamiento muy fluido y poco viscoso o, en caso contrario se puede ver si el concreto no fluye dentro del encofrado.

En cualquiera de las anteriores condiciones se recomienda tomar un nuevo ensayo de manejabilidad y determinar la continuación o detención de la descarga según el valor obtenido. En concretos convencionales puede ocurrir que la cantidad de aditivo añadido para el nuevo asentamiento no fue la suficiente y el tiempo de descarga es considerable, por tanto se puede ordenar nuevamente la

preparación de la mezcla teniendo en cuenta el asentamiento en el cual está. En concretos autocompactantes la pérdida de manejabilidad es una alerta que casi siempre ordena la detención de la descarga.

▪ **CONTROL DE CALIDAD FINAL**

La evaluación de la calidad final está dada por el cumplimiento de especificaciones estructurales, es decir, por el cumplimiento a la resistencia a la compresión del concreto. Para llevar seguimiento y anticipar cualquier extraño comportamiento del concreto, el Plan Calidad¹² del proyecto plantea las siguientes edades para la falla de especímenes.

Tabla 4. Especificaciones para la toma de muestras de concreto

RESISTENCIA (MPa)	ESPECIFICACIÓN	EDADES DE ENSAYO (días)	CANT. MUESTRAS
21 – 28 – 35	Tomar muestras cada 40 m ³	7, 14, 28, 56	12
56	Tomar muestras por cada elemento fundido	3, 14, 28, 56	12

Fuente: Elaboración propia.

La NSR-10, establece que un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos dos probetas de 100 por 200 mm. De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta que la obra maneja probetas de 4 pulgadas de diámetro, se envían tres muestras para ser falladas cada día.

La decisión de emplear probetas de este tamaño fue tomada debido a que el laboratorio no contaba con equipos que pudieran fallar especímenes más grandes.

A continuación se describe el proceso de elaboración y curado de los especímenes de concreto en obra de acuerdo a la normativa técnica.¹³

1. Elaboración de las muestras de concreto para ensayo

Los especímenes se elaboran en probetas de 4 pulgadas de diámetro. Para concretos con resistencias de 21 MPa, 28 MPa y 35 MPa se llenan los cilindros en tres capas, apisonando con 25 golpes cada

¹² Plan Calidad CASA 40. (Manejo confidencial).

¹³ NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: elaboración y curado de especímenes de concretos en obra. NTC 550. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2000.

capa, posterior a esto se golpea de 10 a 15 veces los bordes del molde con un martillo de caucho, para tapar cualquier superficie que haya quedado y sacar las burbujas de aire atrapadas. Para concretos de 56 MPa se realiza el vaciado en una sola capa y sin golpes. Finalmente, se enrasa la superficie asegurando que no tenga depresiones ni proyecciones mayores a 3 milímetros.

Es necesario asegurar que el lugar donde se realicen las muestras sea una superficie nivelada, rígida, libre de vibración y en un sitio cercano a su lugar de almacenamiento.

2. Curado de las muestras de concreto

Después de desencofrar la muestra, ésta debe permanecer a un intervalo de temperatura de 16 °C a 27 °C y en un ambiente húmedo, protegidos de la luz solar directa y dispositivos de calefacción radiantes. Dado que los especímenes no siempre son transportados en un lapso de 48 h, se procede a desencofrar dentro de 24 h +/- 8h, aplicándoles el curado en un tanque de agua a una temperatura de 23°C +/- 2°C por el tiempo necesario mientras son llevados a laboratorio.

3. Transporte final al laboratorio

El transporte de los cilindros se hace en canastas dotadas de un material amortiguador para evitar el daño por golpes y la pérdida de humedad. Este tiempo de transporte no debe ser superior a 4 horas.

4. Fallo de las muestras y resultados

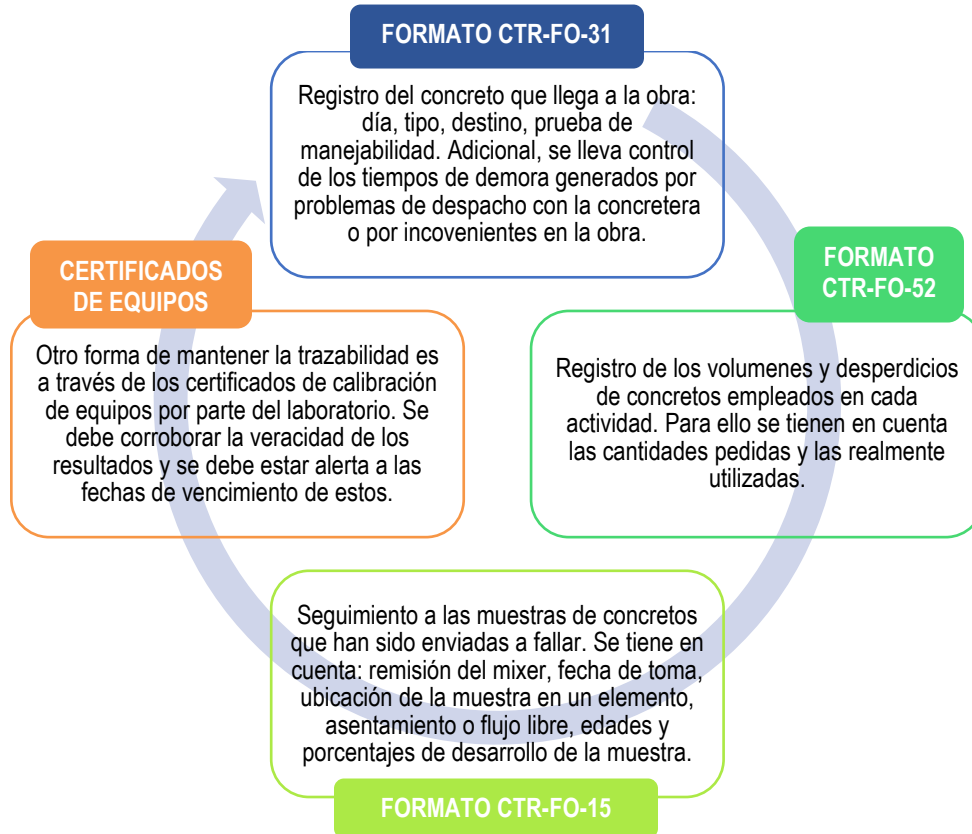
El ensayo de resistencia a la compresión se hace bajo la norma NTC 673, el cual consiste en la aplicación de una carga axial de compresión a los cilindros a una velocidad que se encuentra dentro de un rango prescrito hasta que ocurra la falla. La resistencia se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada por la sección transversal de área del espécimen.¹⁴

El Plan Calidad establece como parámetros de control los porcentajes de 50%, 75%, 83%, 100% y 101% para las edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días, respectivamente.

¹⁴ NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de cilindros de concreto. NTC 673. Bogotá D.C: ICONTEC, 2010. 2 p.

- **DOCUMENTOS DE TRAZABILIDAD**

Figura 6. Trazabilidad en los concretos

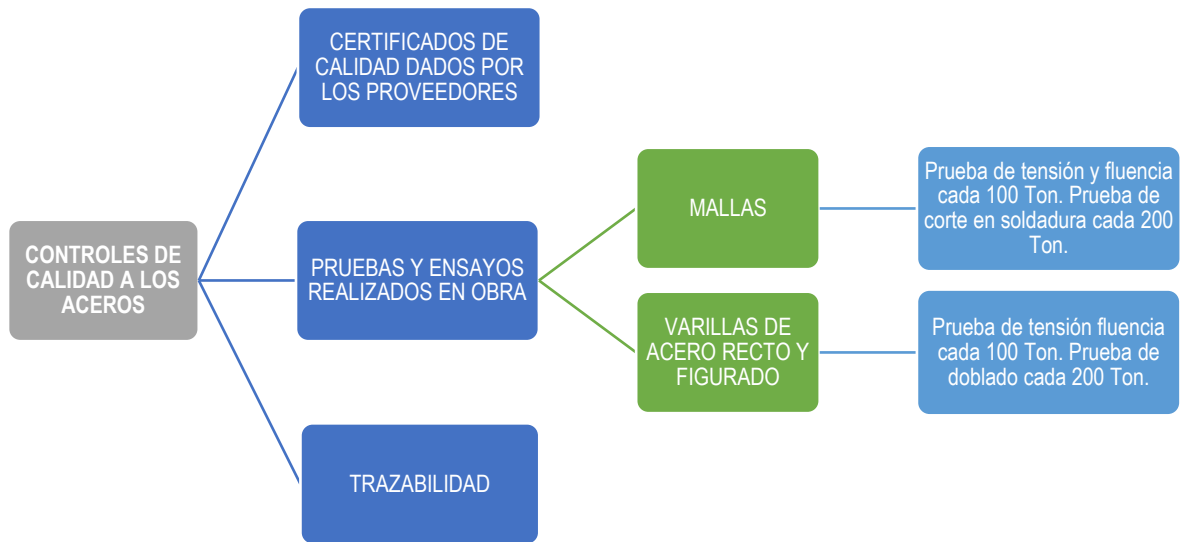


Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Control de calidad a los aceros en obra

En la Figura 7 se muestra un esquema de los diferentes controles de calidad realizados en el proyecto según lo establecido en el plan calidad.

Figura 7. Controles de calidad a los aceros en obra



Fuente: Elaboración propia.

▪ DOCUMENTOS DE TRAZABILIDAD

Para los aceros la trazabilidad está dada por los certificados de calidad otorgados por el proveedor, los cuales deben contener los porcentajes químicos presentes y los valores de las resistencias esperadas. Estos soportes deben estar adjuntos con cada material que llega a la obra, posteriormente se deben corroborar que el contenido esté soportado por las normas técnicas y que cumpla con los requisitos de calidad descritos.

Adicional, hace parte de la trazabilidad los formatos de remisión de muestras enviadas y los reportes de resultados otorgados por el laboratorio.

5.1.4. Verificación y ajuste de aparatos topográficos

La verificación y ajuste de la estación se realice a través del cierre poligonal y la verificación y ajuste del nivel se realiza mediante una nivelación.

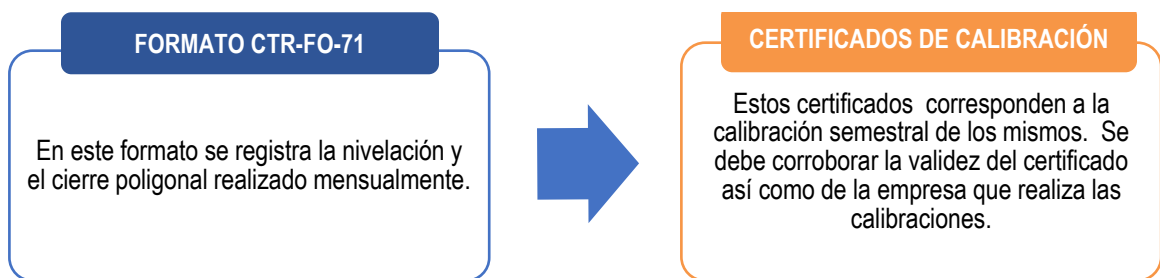
El cierre poligonal se realiza a través del levantamiento de una poligonal cerrada, la cual es una línea quebrada, conectada entre sí por vértices. El procedimiento consiste en la medición de los ángulos

que forman las direcciones de los lados adyacentes y las distancias entre los vértices. El objetivo es hallar el error angular y el error en la distancia para determinar la precisión del equipo.

La nivelación es un proceso de medición de elevaciones o altitudes sobre una superficie, de las cuales se distinguen tres tipos de nivelación: geométrica, trigonométrica y satelital. En obra se utiliza la nivelación geométrica simple, la cual consiste en medir la diferencia de nivel entre dos puntos a través del uso de un nivel óptico y una mira. Se le denomina simple porque solo se requiere de una estación para medir la distancia entre puntos; si los puntos estuvieran separados a una distancia mayor que el límite topográfico o que el alcance visual, se necesitaría de otra estación y por tanto se denominaría nivelación geométrica compuesta. El objetivo nuevamente es calcular el nivel de precisión del equipo.¹⁵

- **DOCUMENTOS DE TRAZABILIDAD**

Figura 8. Trazabilidad de los aparatos topográficos



Fuente: Elaboración propia.

5.1.5. Control de calidad a las actividades realizadas en obra a través de la revisión de flexómetros

La revisión de flexómetros se realiza para comprobar el buen estado de éstos y así garantizar que las actividades desarrolladas presenten rangos de precisión aceptables. Para esto, se revisan los flexómetros bimensualmente, haciendo una evaluación visual de los primeros tres metros; si éstos se encuentran en mal estado se notifican para cambio o se retiran inmediatamente.

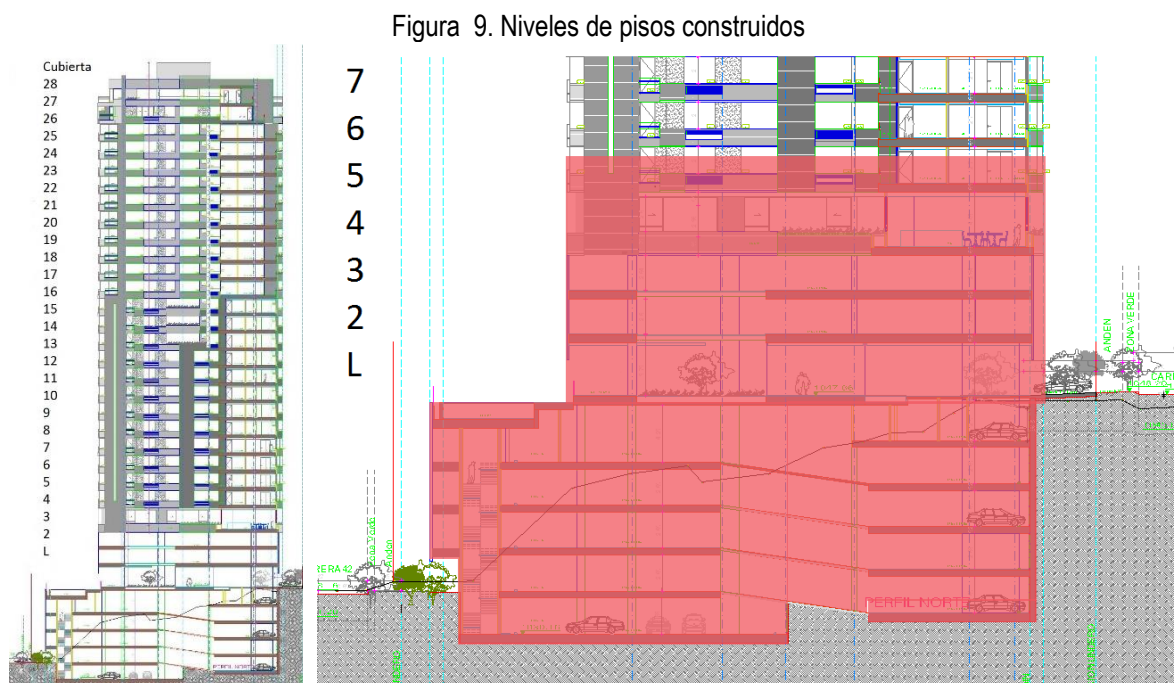
- **DOCUMENTOS DE TRAZABILIDAD**

¹⁵ AXISIMA. ¿En qué consiste la nivelación topográfica? (en línea). 2015. [consultado 6 jul. 2017]. Disponible en: <<http://axisima.com/en-que-consiste-la-nivelacion-topografica/>>

La trazabilidad de este proceso se deja a través de un sello o marca en los flexómetros revisados, el cual contiene el día en el que fue revisado y un visto bueno. Adicional, en el formato CTR-30 queda el registro de la persona a quien se hizo la revisión, el día y el estado en que se encontraba el equipo.

5.2. SEGUIMIENTO A LA OBRA EJECUTADA

5.2.1. Descripción de las fases del proyecto ejecutadas durante la práctica profesional



Fuente: Elaboración propia a partir de los planos urbanísticos del proyecto.

La figura 9 corresponde a la vista lateral izquierda del edificio CASA 40 y la parte sombreada en color rojo representa el avance de la construcción. Se distinguen cinco niveles de sótanos, el lobby, dos niveles más de sótanos (piso 2 y 3), zonas comunes (piso 4) y primer piso de apartamentos (piso 5). Además, se aprecian las dos zonas de acceso: carrera 40 (derecha) y carrera 42 (izquierda).

En las figuras siguientes se mostrará la forma en cómo fueron fundidas las placas del piso 1 al piso 5, cantidades de concreto y algunos detalles relevantes relacionados con las no conformidades en obra.

- **PRIMER PISO: LOBBY**

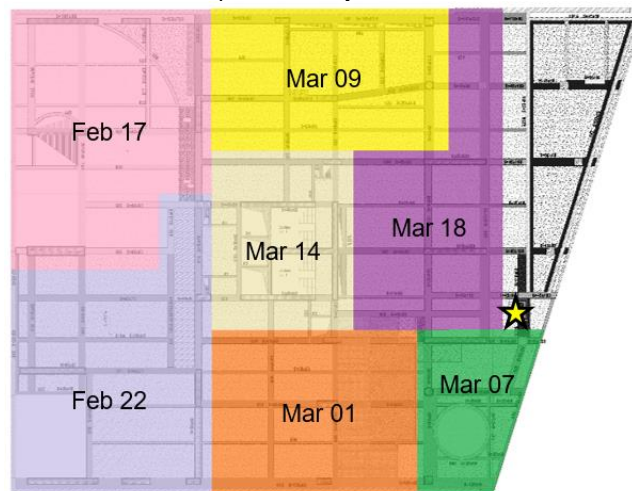
En este piso se encuentra el espacio de piscinas independientes para adultos y niños con solárium. Por la carrera 40 se encuentra la glorieta de acceso al edificio.

Figura 10. Render de la zona del lobby



Fuente: Dpto. Planeación Urbanas S.A.

Figura 11. Planta estructural del piso 1-Lobby con detalle de avance en áreas fundidas



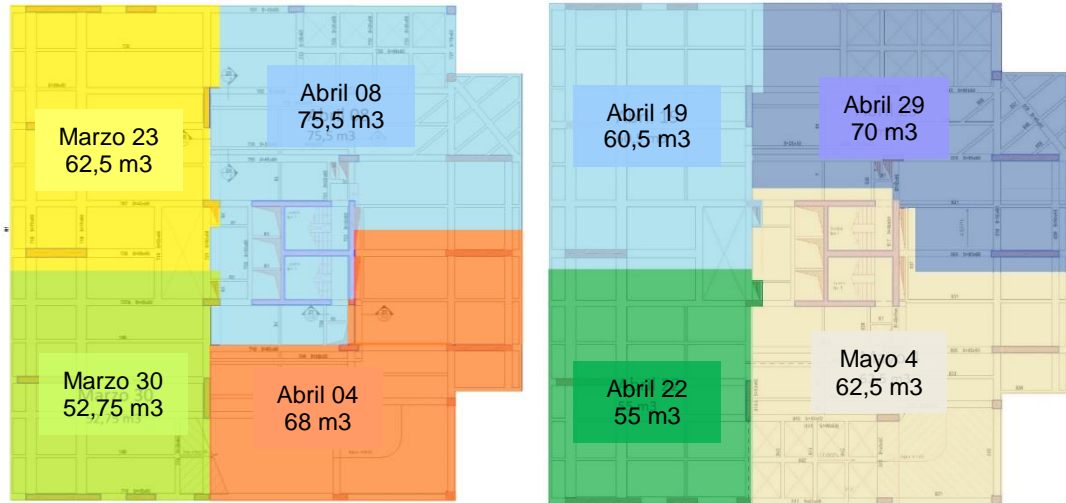
Fuente: Elaboración propia a partir de los planos estructurales del proyecto.

Dada la no conformidad 009 (Ver numeral 5.2 – demolición por fisuras en el foso), la fundida del 01 de Marzo no se realiza generando empalme con el foso sino que se tiene abordar la zona de piscina para niños y posteriormente la zona del 09 de Marzo con el fin de no generar retrasos.

La zona correspondiente a la piscina para adultos quedó pendiente por fundir dado que hacía falta un rediseño de una de las vigas que hace contacto con la torre grúa.★

- **PISOS 2 Y 3: PARQUEADEROS**

Figura 12. Plantas estructurales de los pisos 2 y 3 con detalles de las áreas fundidas

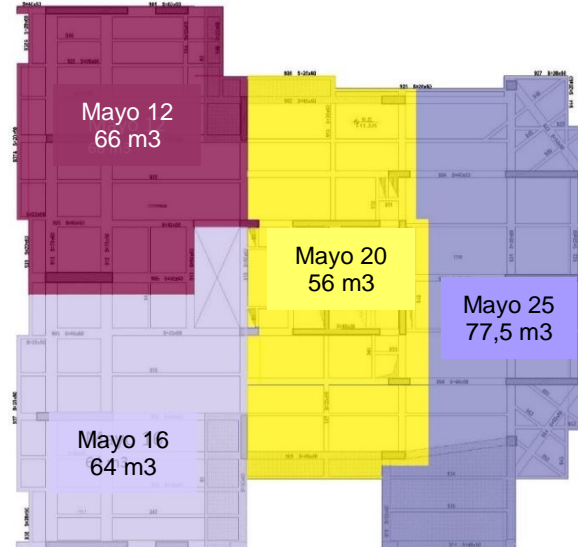


Fuente: Elaboración propia a partir de los planos estructurales del proyecto.

Estos pisos cuentan con una sección de placa plana y otra inclinada. Las áreas del costado occidental corresponden a la placa plana y las del costado oriental a placa inclinada.

- **PISO 4: ZONAS COMUNES**

Figura 13. Planta estructural del piso 4 con detalle de las áreas fundidas

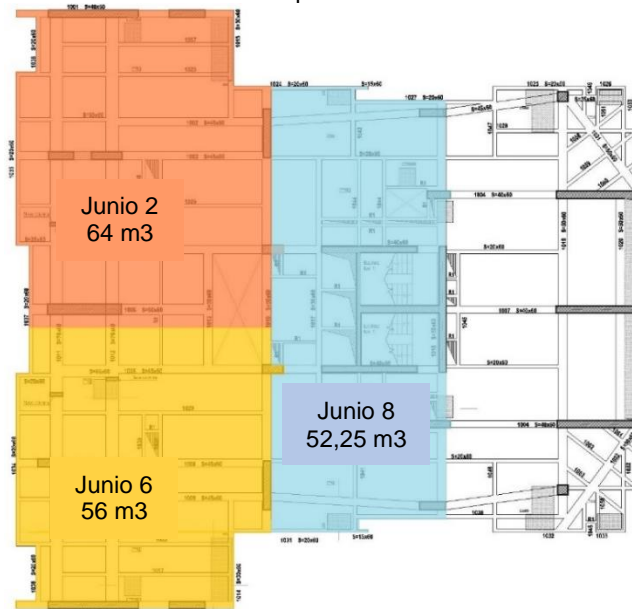


Fuente: Elaboración propia a partir de los planos estructurales del proyecto.

En este piso se encuentran las áreas comunes, como salón social, teatro, biblioteca, salón de niños, salón de juegos de mesa, gimnasio, salón de video juegos y zonas VIP.

- **PISO 5: APARTAMENTOS**

Figura 14. Planta estructural del piso 5 con detalle de las áreas fundidas



Fuente: Elaboración propia a partir de los planos estructurales del proyecto.

A partir de este piso comienza la construcción de apartamentos. Este piso en particular cuenta con 6 tipos de apartamentos, con áreas construidas entre los 86,04 m² y 137, 24 m².

A partir de este piso cambia el diseño de mezcla para pantallas y columnas, pasa de 56 MPa a 49 MPa.

5.2.2. Seguimiento y registro de las actividades ejecutadas

La Tabla 5 contiene el registro de las actividades ejecutadas en obra, indicando la fecha en que iniciaron y finalizaron, el sector y las no conformidades presentadas a lo largo de su desarrollo.

Se define no conformidad como aquella característica en el proceso que no cumple con los requisitos mínimos especificados, generando alertas tempranas o reprocesos.

Tabla 5. Registro de actividades ejecutadas en el proyecto durante la práctica empresarial

No.	INICIÓ	TERMINÓ	SECTOR	ACTIVIDAD	NO CONF.
1	15-feb-17	02-mar-17	Sótano 5	Relleno, armado y fundida de la rampa de acceso vehicular	
2	28-abr-17	04-may-17		Armada y fundida de rampa Sur	024
3	27-mar-17	29-mar-17	Sótano 4	Demolición de los contrafuertes Sur	
4	05-may-17	12-may-17		Armada y fundida de rampa Sur	
5	22-may-17	26-may-17		Armada y fundida de rampa Norte	
6	14-feb-17	20-feb-17	Sótano 3	Demolición de los contrafuertes Sur	
7	22-mar-17	---		Demolición de los contrafuertes occidentales	
8	17-feb-17	---	Sótano 2	Demolición contrafuertes Norte	
9	10-mar-17	---		Demolición de los contrafuertes del costado Sur	
10	13-feb-17	13-feb-17	Sótano 1	Armado y fundida del muro aéreo de la rampa Sur	002
11	26-ene-17	15-feb-17		Armado y fundida del muro aéreo de la rampa Norte	
12	30-mar-17	12-abr-17		Armada y fundida de escaleras T1 Sur	
13	04-abr-17	22-abr-17		Armada y fundida de escaleras T1 Norte	
14	17-feb-17	18-mar-17	Piso 1	Armado y fundida de placa	001 004
15	22-feb-17	22-mar-17		Armada, colocación de acero y fundida de columnas y pantallas	
16	08-mar-17	23-mar-17		Armada y fundida de las pantallas de los ascensores	
17	21-mar-17	04-abr-17		Armada y fundida de rampa Sur	
18	25-abr-17	16-may-17		Armada y fundida de escaleras T1 Sur	
19	28-abr-17	11-may-17		Armada y fundida de escaleras T1 Norte	
20	08-mar-17	08-abr-17	Piso 2	Armada y fundida de placa	016, 018, 019, 029,
21	24-mar-17	11-abr-17		Armada, colocación de acero y fundida de columnas y pantallas	
22	10-abr-17	18-abr-17		Armada y fundida de pantallas de ascensores	
23	17-may-17	20-may-17		Armada y fundida de escaleras T1 Sur	
24	22-may-17	25-may-17		Armada y fundida de escaleras T1 Norte	
25	03-abr-17	06-may-17	Piso 3	Armada y fundida de placa	020, 021, 022, 023, 030,
26	20-abr-17	11-may-17		Armada, colocación de acero y fundida de columnas y pantallas	
27	25-abr-17	10-may-17		Armada y fundida de pantallas de ascensores	
28	26-may-17	02-jun-17		Armada y fundida de escaleras T1 Sur	
29	02-jun-17	06-jun-17		Armada y fundida de escaleras T1 Norte	
30	02-may-17	25-may-17	Piso 4	Armada y fundida de placa	025, 026, 027, 031, 032, 033
31	13-may-17	03-jun-17		Armada, colocación de acero y fundida de columnas y pantallas	
32	20-may-17	01-jun-17		Armada y fundida de pantallas de ascensores	
33	07-jun-17	---		Armada y fundida de escaleras T1 Sur	

34	23-may-17	----	Piso 5	Armada y fundida de placa	034
35	01-jun-17	---		Armada, colocación de acero y fundida de columnas y pantallas	

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. Registro fotográfico de las actividades ejecutadas

Las siguientes figuras están vinculadas a las actividades ejecutadas en el punto anterior.

Figura 15. Demolición del contrafuerte Norte del Sótano 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Armado de placa costado Nor-occidental del piso 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Fundida de placa Sur-occidental del piso 1





Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Armado y fundida de placa en la zona de piscina para niños





Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Armado de placa inclinada del piso 2, costado Sur-oriental



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Armado de rampa Sur, placa inclinada y plana del piso 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Fundida de placa inclinada del piso 2





Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Armado y fundida de pantallas y columnas sobre el piso 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Armado de la placa del piso 3





Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Fundida de la placa del piso 3





Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Armado de placa inclinada y rampa del piso 3



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Armado y fundida de la placa del piso 4



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Armado de entarimado y placa del piso 5





Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Reporte de no conformidades presentes durante la ejecución de las actividades

Tabla 6. Reporte de no conformidades presentadas durante la ejecución de las actividades

No.	INICIÓ	TERMINÓ	ACTIVIDAD	SOLUCIONES / COMENTARIOS	FOTO
001	13-feb-17	14-feb-17	Al hacer la revisión en la viga 601 (ejes 1-2) se encontró que faltaban 4 varillas No. 8 (Piso 1 - Nor-occidente).	La supervisión en la revisión ordena la colocación de las varillas faltantes.	
002	13-feb-17	---	La fundida se demoró más de lo normal puesto que la grúa se averió		
003	15-feb-17	16-feb-17	El entarimado de la viga 645 no se encuentra con la altura requerida (Piso 1 – Nor - occidente).	Se corrige el entarimado de la viga antes de comenzar el armado.	✓
004	15-feb-17	16-feb-17	Se encuentra que la viga 606 tiene una sección diferente a la requerida, debía ser de 76 cm y estaba de 70 cm. La viga se encuentra entre los ejes 1-0 (Piso 1 – Nor-occidente).	Se adicionan los estribos y aceros longitudinales faltantes para completar la sección.	
005	16-feb-17	17-feb-17	Inició la demolición parcial de la pantalla tipo 9 del Sótano 1 por cambio de planos	Demolición total de la pantalla.	✓
006	21-feb-17	21-feb-17	Se encuentran las vigas 605 y 608 con aceros de segunda fila mal	Se reacomodan inmediatamente.	

			ubicados (ejes 3-4) (Piso 1 - Centro).		
007	22-feb-17	---	Se fundió parcialmente la torta de la placa del piso 1, entre ejes F-G y 3-4, dado que faltó concreto (Piso 1).		✓
008	23-feb-17	24-feb-17	Al revisar las pantallas 4A y 5A se encontró que los estribos no estaban ubicados de forma intercalada (Piso 1).	Se pide intercalar los mismos.	
009	23-feb-17	---	CALIDAD CONCRETO: Se encontraron fisuras verticales y horizontales en la parte superior del foso del ascensor del Sótano 1.	La concretera realiza una visita a obra. Se hacen apiques y no se encuentra agregado grueso. Se procede a hacer la demolición de la sección del elemento afectado.	✓
010	02-mar-17	---	CALIDAD CONCRETO: Se presentan complicaciones con la fundida de la pantalla 6 del piso 1. El concreto empieza a reaccionar muy rápido, por tal motivo se agrega aditivo pero éste lo segrega a tal punto de dejarlo inaceptable para ser colocado.	Se decide demoler el concreto colocado en la pantalla. La concretera realiza una visita a obra para redefinir los parámetros de asentamiento.	✓
011	06-mar-17	06-mar-17	Se encuentra la viga 643 con estribos de diferente dimensión (más pequeños) (Piso 1 - Norte).	Se cambian inmediatamente.	
012	06-mar-17	06-mar-17	Se encuentra la viga 623 sin barras de segunda fila (Piso 1 – Norte).	Se colocó un paquete de 2 # 6 de 2,5 m.	✓
013	09-mar-17	13-mar-17	Se observan hormigueros de alta profundidad en la viga 610A del piso 1	Se resanan con Sika Grout.	✓
014	13-mar-17	15-mar-17	Faltan varillas laterales en la viga 608 entre ejes 6 y 7 (Piso 1 – Nor-oriental).	Se colocan las varillas faltantes.	
015	21-mar-17	22-mar-17	Se evidencia que la viga 707 está corrida 5 cm (Piso 2 – Nor-occidental).	Se reubicaron los aceros.	
016	24-mar-17	06-abr-17	Se observa que la viga 707 entre ejes 3 y 4 se encuentra lavada por la lluvia de unas horas atrás. Piso 2.	La supervisión técnica aconseja picar el concreto lavado hasta que aparezca concreto en buen estado.	✓
017	27-mar-17	29-mar-17	Hormigueros con aceros a la vista en la viga 613 entre ejes 1 y 2. (Piso 1 – Sur – occidental).	Se resanan con Sika Top 122.	✓
018	03-abr-17	03-abr-17	La viga 724 del piso 2, debía tener 5 varillas No. 8 en el refuerzo superior del extremo Sur y tiene 5 varillas No. 6	Se agregaron 2 varillas No. 8 para completar la cuantía.	
019	04-abr-17	---	Al desencofrar la placa del piso 2 se hace visible la malla y algunos estribos.	Se recomendó fabricar “panelas” de 4” de ancho para disminuir la	✓

				penetración de la malla en el casetón de icopor.	
020	21-abr-17	----	CALIDAD CONCRETO: Se recibe el concreto con un asentamiento de 790 mm, se procede a darle un mejor mezclado (olla), pero pese a que queda de 750 mm sigue mostrando segregación. Nuevamente, se somete a mezclado con un asentamiento de 690 mm, se recibe de esta forma y se descarga. Desde la recepción hasta la descarga transcurrió aproximadamente 1 hora. (Piso 3)		✓
021	27-abr-17	----	CALIDAD DEL CONCRETO: Se recibe el concreto con un asentamiento de 850 mm, se le da olla por 25 min hasta obtener un asentamiento de 720 mm. (Piso 3)		✓
022	02-may-17	03-may-17	El despiece de la viga 832 del piso 3, no contempló el volado después del eje 5, por tanto, las barras longitudinales se corrieron dejando traslapos muy cortos. (Piso 3)	Se completó el traslapo.	
023	03-may-17	03-may-17	Los traslapos de la viga VR4 Norte de la rampa del Sótano 5 estaban muy cortos. (Buscar traslapos)	Se completó el traslapo.	
024	08-may-17	08-may-17	Faltan aceros de segunda fila en la viga 905 en el eje 3. (Piso 4)	Se agregaron las varillas faltantes.	
025	11-may-17	11-may-17	No se había contemplado un buitrón en la placa del piso 4 (Nor-occidental) que se estaba armando.	Se cortó la malla y se ubicó el buitrón.	
026	16-may-17	16-may-17	Faltan aceros de segunda fila en la viga 909 en el eje 3. (Piso 4)	Se adiciona el acero faltante.	
027	19-may-17	20-may-17	Falta por retirar la madera de la junta constructiva de las vigas 905 Sur y Norte.	Se retiraron.	
028	20-may-17	---	Se observan hormigueros en la viga 726 del piso 2, entre ejes H e I.		✓
029	20-may-17	----	Se observan hormigueros en la viga 831 del piso 3, entre ejes 6 y 7.		✓
030	23-may-17	23-may-17	Las varillas de acero superior de la viga 923, del piso 4, no corresponden al despiece del plano.	Se desarmó y se corrigió el despiece.	
031	24-may-17	25-may-17	La viga 921 entre ejes K y M, del piso 4, le faltaban ganchos centrales del estribo.	Se colocaron los ganchos faltantes.	
032	26-may-17	----	CALIDAD DEL CONCRETO: Se detecta segregación en el concreto del primer mixer, por tal motivo se		✓

			tiene la descarga. Este concreto iba a ser dispuesto en la primera fundida de las pantallas del foso del ascensor del piso 4.	
033	07-jun-17	----	CALIDAD DEL CONCRETO: En la fundida no se recibe el segundo mixer debido a que no se comporta como un concreto autocompactante. (Piso 5)	✓

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Registro gráfico de las no conformidades

Figura 28. No conformidad 003. Mal entarimado de la viga 645 del piso 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. No conformidad 005. Demolición de la pantalla tipo 9 del Sótano 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. No conformidad 007. Placa del piso 1 parcialmente fundida



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. No conformidad 012. Viga 623 sin varillas de segunda fila



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. No conformidad 013. Hormigueros de alta profundidad en la viga 610A del piso 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. No conformidad 016. Viga 707 del piso 2 afectada por la lluvia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. No conformidad 017. Hormigueros en la viga 613 entre ejes 1 y 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. No conformidad 019. Falta de recubrimiento en la torta inferior del piso 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Solución planteada a la no conformidad 019. Panelas de concreto de 4 pulgadas de diámetro



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. No conformidad 028. Hormigueros en la 726 del piso 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. No conformidad 029. Hormigueros en la viga 831 del piso 3



Fuente: Elaboración propia.

5.3. NO CONFORMIDADES EN OBRA POR PROBLEMAS DE CALIDAD EN EL CONCRETO

5.3.1. Aspectos generales de los concretos autocompactantes

El uso de concreto autocompactante en este proyecto fue un aspecto asociado y dado por el uso de un concreto de alta resistencia, pues este último tipo de diseño demanda modificaciones en su estructura para sostener la manejabilidad de la mezcla.

La manejabilidad es una propiedad del concreto en estado fresco que se refiere a la facilidad con la que éste puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad, es decir sin que presente exudación o segregación.¹⁶

Una de las ventajas de emplear concreto de alta resistencia es la construcción de edificios altos reduciendo la sección de columnas e incrementando el espacio disponible.¹⁷ Esta condición no solo beneficia altamente al proyecto por sus características arquitectónicas, sino que conlleva a la reducción de los costos por la disminución en las cuantías de acero y además, genera un mayor rendimiento en la ejecución de la obra al permitir colocar en servicio los elementos a una edad más temprana.

Como se mencionó antes, el uso de un concreto condicionó el diseño del otro, por tanto, en adelante serán las características del concreto autocompactantes las determinantes.

El concreto autocompactante, conocido en sus siglas en español como CAC, es un concreto altamente fluido sin segregación, que puede ser extendido en el sitio, llenando la formaleta y encapsulando el refuerzo, sin ningún tipo de consolidación mecánica.¹⁸ Para que un concreto sea autocompactante debe cumplir con las siguientes propiedades.¹⁹

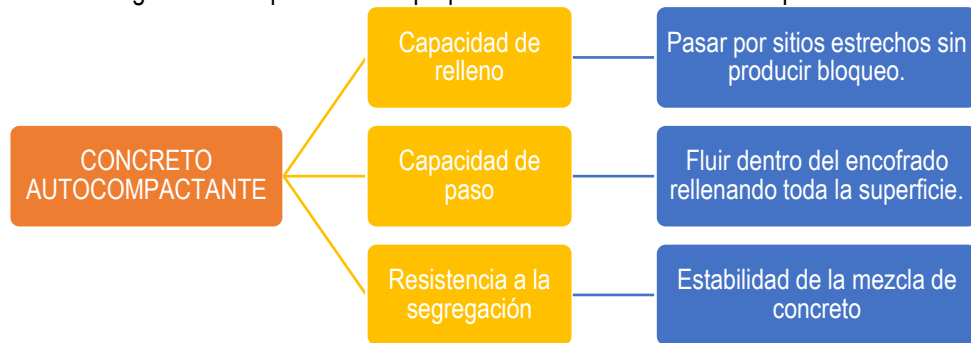
¹⁶ RIVERA, Gerardo. Manejabilidad del concreto. En: RIVERA, Gerardo. Concreto simple. *s.l. s.n. s.f.* 83 p.

¹⁷ ESTADOS UNIDOS. NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION. CIP 37-Concreto autocompactante (CAC). (en línea). 2004. Disponible en: <<https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/37p.pdf>>

¹⁸ *Ibíd.*, 1 p.

¹⁹ SANTA CRUZ, Sendy y ALAYZA, Arturo. Diseño y control del concreto autocompactante en el Valle de Mantaro. [consultado 6 jul. 2017]. Disponible en: <<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/RCI/article/view/205/146>>

Figura 39. Esquema de las propiedades del concreto autocompactante



Fuente: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/RCI/article/view/205/146>

5.3.2. Casos de estudio

- **No conformidad 009:** Fisuras en la parte superior del foso del ascensor del Sótano 1

Esta no conformidad ocurrió días después de la fundida del elemento y fue detectada por el residente a cargo. La situación fue comunicada inmediatamente a la concretera, quien en su visita a la obra pudo evidenciar en unos apiques realizado a la estructura, que no tenía agregado grueso de forma continua; sin embargo, ésta solicitó tiempo para analizar el elemento fundido y comprobar la presencia de agregado. La solución planteada no resultaba viable para la obra pues implicaba retener por un tiempo desconocido la fundida de la placa sobre el foso del ascensor, además el análisis no garantizaría la no demolición de la sección afectada.

Figura 40. Fisuras en el foso del ascensor del Sótano 1



Fuente: Elaboración propia.

Al revisar en los documentos de trazabilidad las condiciones en las cuales se había recibido el concreto, se probó que los resultados del ensayo de flujo estaban dentro de los parámetros establecidos inicialmente (antes de la no conformidad del 2 de marzo). Se especuló que a pesar de los resultados, el concreto visualmente debió presentar un estado inestabilidad, en el que la segregación fuese prominente.

Para realizar un chequeo visual de este tipo de concretos es necesario tener en cuenta que la torta formada en el ensayo de flujo libre debe mostrarse homogénea, es decir, debe existir agregado grueso en toda ella; además se debe asegurar que no se forme una lechada (halo) de más de 2 cm en el perímetro de la torta.

Figura 41. Asentamientos en concretos autocompactantes



Fuente: Anónima.

Al investigar en la literatura los diferentes problemas con este tipo de concreto, se opina que tal vez las fisuras encontradas en este elemento fueron producto del asentamiento del agregado grueso. En este caso, el concreto sigue consolidándose y se restringe por la armadura de acero, dejando vacíos bajo las barras y material fino en la parte superior del elemento. Las grietas en este elemento aparecen ubicadas sobre el acero de refuerzo o contiguo.²⁰

Como solución, la obra demolió la sección afectada hasta encontrar agregado grueso, actividad que generó un reproceso y que conllevó a abordar nuevas zonas o secciones de la placa para asegurar el avance (Ver Figura 11). Los sobrecostos fueron liquidados por la concretera.

En la evaluación realizada por la supervisión técnica externa se recomendó analizar la forma en la cual se estaba realizando el descargue, indicando que no se debía depositar el concreto desde un mismo sitio, sino que se debía ir distribuyendo, como se haría con un concreto no autocompactante; además aconsejó que si la descarga se iba a realizar por manguera de bombeo, está debía colocarse lo más cerca posible, evitando así la segregación por caída.

²⁰ BARLOW, Peter. Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón. Informado por el comité ACI 224. s.l. s.f. p. 2-3.

Figura 42. Demolición de la sección afectada del foso del ascensor del piso 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 43. Apiques y demolición de la sección afectada del foso del ascensor del piso 1



Fuente: Elaboración propia.

▪ **No conformidad 010: Demolición de la pantalla 6 del piso 1**

Esta no conformidad ocurrió el 2 de marzo durante la fundida del elemento en cuestión. El supervisor de obra reportó al residente encargado que el concreto se estaba endureciendo y por ende, estaba dejando de ser manejable; por tal motivo, el residente comunicó de forma inmediata esta situación a la concretera, la cual aconsejó agregar aditivo a la mezcla. Se tomó la medida aconsejada y el concreto mostró mejor fluidez, sin embargo al poco tiempo volvió a endurecerse; se procedió entonces a colocar nuevamente aditivo pero el concreto se tornó totalmente inestable. Finalmente, se decidió detener la descarga y hacer el retiro del carro mixer obra.

Figura 44. Pantalla 6 del piso 1 afectada por pérdida de manejabilidad y estabilidad del concreto



Fuente: Elaboración propia.

Rob Gaimster y Noel Dixon²¹ exponen que para lograr un concreto con gran fluidez, se requiere de una baja tensión de fluencia y para lograr una alta resistencia a la segregación, es importante el uso de un material altamente viscoso. Se puede añadir agua para disminuir la tensión elástica, pero esta adición también disminuirá la viscosidad. La adición de un superplastificante reducirá también la tensión elástica, pero solo reducirá ligeramente la viscosidad. La viscosidad de una mezcla puede incrementarse por cambios en sus constituyentes o por la adición de un modificador de la viscosidad, pero esto aumenta la tensión elástica de la pasta.

Según lo anterior, en este caso el uso de aditivo posiblemente alteró la mezcla; se desconoce si se trató de las cantidades o del tipo de aditivo empleado, pero se infiere que dadas las restricciones del diseño de mezcla, los ajustes en obra no son convenientes.

Luego de revisar el estado del elemento, se tomó la decisión de demoler de la sección afectada.

Como esta mixer no fue aceptada, es decir no generó una entrada, la obra no tuvo que asumir el costo, sin embargo si generó un reproceso, tardando el avance parcial de las actividades dispuestas.

Dada la repetitividad de las malas condiciones de este tipo de concreto, se redefinieron con la concretera los parámetros para medir el flujo libre.

- **No conformidad 020 y 021: Concretos de 8000 psi con asentamientos por encima de 750 mm.**

²¹ GAIMSTER, Rob y DIXON, Noel. Self-compacting concrete. En: NEWMAN, John y CHOO, Ban Seng. Advanced concrete technology: constituent materials. Oxford: Butterworth-heinemann, 2003. 9/3 p.

Figura 45. A la izquierda, no conformidad 020: concreto de 56 MPa con flujo de 790 mm. A la derecha, no conformidad 021: concreto de 56 MPa con flujo de 850 mm



Fuente: Elaboración propia.

Estas no conformidades ocurrieron el 21 y el 27 de abril durante la toma del ensayo de flujo libre al concreto, el cual reveló el comportamiento de segregación.

En la figura de la izquierda, la segregación se evidencia en una lechada mayor a 2 cm alrededor de la torta (halo); además se nota un desplazamiento de del agregado grueso al borde y una concentración del mismo en el centro, dejando el espacio entre el centro y el borde con menor cantidad de agregado. En la figura de la derecha, segregación se evidencia con una torta sin uniformidad, con halo y escases de agregado grueso.

Pese a la condición en la que se recibieron estos concretos, se procedió de acuerdo a las recomendaciones de la concretera, sometiendo el concreto a mezclado por 15 minutos. Sin embargo, los concretos no se repusieron al transcurrir este tiempo sino que requirieron de mayor tiempo de mezclado para poder ser colocados en obra. Si bien se pudo intervenir a tiempo para evitar el descargue, estas situaciones conllevan mayores tiempos de demora y prologan las fundidas.

Se analizó que la concretera posiblemente presentaba problemas con el cargue del concreto, es decir, el momento en el que se disponen los materiales en la olla del carro mixer. Se opinó que estos concretos no tuvieron suficiente mezclado durante el cargue y recorrido hasta la obra, por ende durante el trayecto el hielo presente en la mezcla apenas estaría comenzando a derretirse y como resultado en obra, los primeros muestreos arrojarían concretos de apariencia lechosa y no homogénea, tal como se evidenció.

De lo anterior Rob Gaimster y Noel Dixon²² exponen que debido a la necesidad de una dispersión eficiente de partículas finas para producir una mezcla homogénea y estable, en este tipo de diseño hay un incremento en el tiempo de mezclado en comparación con el concreto convencional.

Se somete también a consideración la selección de un agregado fino deficiente o problemas con la planta dosificadora de concreto.

- **No conformidad 032:** Concreto de 8000 psi con segregación a mitad de descarga.

Esta no conformidad se presentó el 26 de mayo durante los primeros muestreos para la toma del ensayo de flujo libre. Al tomar el primer muestreo se observa un concreto como el de la figura 46, con apariencia lechosa y con muy poco agregado grueso.

Figura 46. Material arrojado por la mixer en el primer muestreo para medir el flujo libre



Fuente: Elaboración propia.

Contemplando la posibilidad de que la muestra no representara el comportamiento real del concreto de la mixer, se procedió a dar mezclado al concreto por un tiempo superior a 15 minutos y luego se intentó tomar un primer ensayo de flujo.

²² GAIMSTER, Rob y DIXON, Noel. Self-compacting concrete. En: NEWMAN, John y CHOO, Ban Seng. Advanced concrete technology: constituent materials. Oxford: Butterworth-heinemann, 2003. 9/15 p.

Figura 47. Primer ensayo de flujo libre



Fuente: Elaboración propia.

En este momento el flujo libre dio 750 mm. De acuerdo a lo pactado con la concretera, el resultado se encontraba dentro del rango establecido (550 mm a 750 mm), además ahora sí se notaba la presencia de agregado distribuido uniformemente por la torta; razones por las cuales se dio inicio a la descarga bajo supervisión.

Pasados de 20 minutos de descarga el concreto tuvo un cambio repentino, perdió sus características como tal y pasó a verse como una lechada. En ese momento se detuvo la descarga y se tomó un segundo ensayo de flujo para corroborar este comportamiento, el cual dio 800 mm. En busca de mejorar este estado se sometió el concreto del carro mixer a mezclado, con conocimiento de la concretera; sin embargo, 30 minutos más tarde al tomar un tercer ensayo de flujo el resultado seguía siendo el mismo, razón por la cual se ordenó el retiro del carro mixer de la obra.

En este día se habían pedido alrededor de 24 metros cúbicos de concreto, lo equivalente a 4 carros mixer. En el instante en que se detuvo la descarga con el primer carro ya se encontraba en obra el segundo, el cual en su primer ensayo de flujo dio un resultado favorable; no obstante, al notar el anterior comportamiento se procedió a tomar un segundo ensayo de flujo al segundo carro y el resultado fue también negativo. A diferencia del anterior, este carro mixer se sometió a mezclado por aproximadamente una hora y su descarga sí fue posible.

Después de que la concretera se apropiara de esta situación, los siguientes carros mixer que llegaron a la obra sí se encontraron con una calidad aceptable. Sin embargo, el lapso para dar continuidad a la descarga fue de casi hora y media, por ende la finalización de la fundida se prologó más del tiempo esperado y las consecuencias se reflejaron en el pago de horas extras al personal de obra, además del tiempo muerto mientras se definía la posibilidad de continuar la fundida ese día.

Pese a que la concretera no dio explicaciones acerca del comportamiento de estas mezclas, hubo en ellas una característica especial que permitió ciertas deducciones. En el segundo ensayo de flujo libre

se evidenció una mezcla no homogénea, sin cohesión, con agregado fino y grueso con apariencia diferente a la usual: tamaño, consistencia, humedad.

Figura 48. Material del segundo muestreo para medir el flujo libre



Fuente: Elaboración propia.

Rob Gaimster y Noel Dixon²³ exponen que el agregado fino del CAC juega un papel importante en la manejabilidad y estabilidad de la mezcla. El contenido total de finos de la mezcla es función del contenido de cemento tanto como del contenido y gradación del agregado fino. Además, se debe tener especial cuidado con la cantidad de humedad presente en arena seleccionada.

Otras fuentes exponen que cuando hay solamente disponibilidad de agregados con granulometría escalonada se puede producir CAC, con mayor tendencia a la segregación, que podrá controlarse incrementando el contenido de cementante –incluyendo adiciones– y utilizando un modificador de viscosidad para controlar la segregación y el sangrado.²⁴

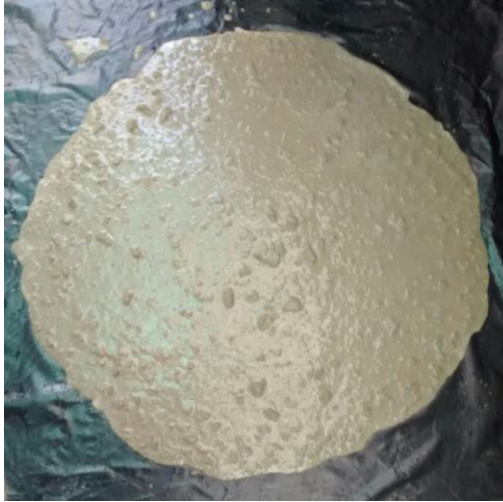
Por lo anterior, se infiere que esta no conformidad pudo deberse principalmente al uso de un agregado mal gradado; también se reconsideran los problemas de cargue y transporte de materiales mencionados en el caso anterior.

Días después a lo ocurrido la concretera mejoró la mezcla, enviando un producto tal como el que se muestra en la imagen.

²³ GAIMSTER, Rob y DIXON, Noel. Self-compacting concrete. En: NEWMAN, John y CHOO, Ban Seng. Advanced concrete technology: constituent materials. Oxford: Butterworth-heinemann, 2003. 9/4 p.

²⁴ SILVA, Omar. Concreto autocompactante: origen, ventajas y aplicaciones. En: Blog 360° en concreto. (en línea). 2017. [consultado 1 jul. 2017]. Disponible en <<http://blog.360gradosenconcreto.com/concreto-autocompactante-origen-ventajas-y-aplicaciones/#comment-41353>>

Figura 49. Torta de flujo libre en excelentes condiciones



Fuente: Elaboración propia.

- **No conformidad 033: Concreto de 7000 psi sin comportamiento autocompactante.**

Esta no conformidad se presentó el día 7 de junio durante la fundida de unas pantallas del quinto piso. Para este día se había pedido alrededor de 10 metros cúbicos de concreto, es decir 2 carros mixer. El ensayo de flujo libre del primer carro mixer dio dentro de los parámetros y su descarga ocurrió con normalidad, el inconveniente se presentó en el segundo carro mixer cuyo primer ensayo de flujo dio 415 mm. Según lo establecido anteriormente con la concretera, para la aceptación de este concreto los resultados debían estar entre 550 y 750 mm, con la permisibilidad mínima de 450 mm para ser arreglado con aditivo y llevado hasta el rango de aceptación.

Figura 50. Flujo libre en concreto de 49 MPa



Fuente: Elaboración propia.

Con la intención de corroborar el primer resultado se tomó un segundo ensayo de flujo, el cual dio 440 mm. Tras esto, se comunicó a la concretera que el carro mixer no iba a ser recibido en obra, pues no estaba cumpliendo con los parámetros establecidos y además, su aspecto aseguraba que no iba a cumplir con dos de las características de un concreto autocompactante: capacidad de relleno y capacidad de paso.

La concretera no retiró el carro mixer de forma inmediata sino que espero 20 minutos para la toma de un tercer ensayo de flujo, la obra tomó el ensayo aun cuando la aceptación de este concreto no iba a ser realizada. El ensayo dio 350 mm, argumento suficiente para que la concretera comprobara que el concreto seguía perdiendo sus propiedades y pronto comenzaría su proceso de fraguado. Ésta finalmente retiro el carro mixer de la obra

La obra solicitó entonces el despacho de un carro mixer más para poder dar continuidad a la fundida; éste carro se demoró aproximadamente dos horas más en llegar, generando nuevamente los problemas de caso anterior descrito.

Pese a que se desconocen los motivos por los cuales sucedió esto, se tiene en consideración que este caso se presentó unos días después de solicitar a la concretera el cambio de diseño de la mezcla (de 56 MPa a 49 MPa) por un requerimiento estructural.

5.3.3. Recomendaciones para la colocación de concretos autocompactantes en obra

- ✓ Realizar las pruebas de asentamiento durante los primeros quince minutos de llega del concreto a obra.
- ✓ Este tipo de concreto puede ser bombeado o colocado directamente en la estructura. Cuando se trate de bombeo de columnas o elementos de altura se deben revisar las condiciones de caída del concreto y tomar medidas para evitar la segregación.
- ✓ En el diseño de la formaleta se debe tener en cuenta que el empuje del concreto autocompactante es mayor al de un concreto convencional por comportarse como un líquido. La formaleta debe ser estacada para evitar las fugas de la pasta.
- ✓ Además de las pruebas normales, las pruebas de flujo libre, T50 y L-box son útiles para comprobar CAC en el sitio de trabajo antes de la colocación.²⁵
- ✓ Si se interrumpe una colocación de CAC y el hormigón ha comenzado a endurecerse, sería necesario "despertar" el hormigón colocado golpeando una placa de pegamento en el concreto varias veces antes de comenzar de nuevo la colocación.²⁶

²⁵ OUCHI, Masahiro, *et al.* Applications of self-compacting concrete in Japan, Europe and The United States. 2003. 17 p.

²⁶ *Idib.*, 17 p.

6. CONCLUSIONES

La implementación de Sistemas de Gestión de Calidad en el sector de la construcción, a través de un enfoque basado en procesos, permite la estandarización de los productos conllevando a la satisfacción del cliente; además promueve la creación de líneas de aprendizaje con el objetivo de minimizar los errores en nuevas actividades, esto conocido como mejora continua, lo cual permite la reducción de costos en los proyectos y la capacitación del personal emergente.

El Plan Calidad establecido en el proyecto CASA 40 cumple satisfactoriamente en cuanto a que identifica cada una de las actividades a desarrollar a lo largo del proyecto, reconoce los procesos para garantizar la calidad, establece metas y recursos para lograr estas actividades.

De las actividades de control contempladas en el Plan Calidad para el proceso de construcción de estructura, se puede inferir que:

- Realizar el control de planos al personal de obra es una medida necesaria para garantizar la construcción del proyecto de acuerdo a las últimas especificaciones otorgadas, esto no solo significa el cumplimiento de unos parámetros sino que posibilita el actuar a tiempo para evitar reprocesos. Además, el mantener una planoteca actualizada permite la socialización de información actualizada a todos los interesados en el proyecto.

Una de las falencias encontradas en este proceso de control fue la demora en la llegada de planos actualizados a la obra desde el departamento de planeación en un momento en el que el proyecto estaba teniendo constantes cambios en planos estructurales. Esto retardaba los procesos en obra y generaba incomodidades en el personal por la resocialización de los cambios que habían adoptado.

- El control de los concretos en obra fue una de las actividades más importantes, marcada fuertemente por la utilización de un concreto nuevo, con excelentes ventajas constructivas pero con una línea de aprendizaje débil en la zona. Los procesos establecidos para el control de calidad están establecidos claramente, los registros de trazabilidad, las pruebas y los ensayos cumplen con el objetivo del sistema.
- El control de los aceros en obra es la actividad más débil establecida, pues el proceso de control no está diseñado para actuar a tiempo. Generalmente los resultados de los ensayos se conocen cuando el acero ya fue utilizado en obra, lo que impide tomar medidas preventivas. Esto se debe a que el laboratorio no falla las muestras en la ciudad sino que las envía a una sede en la ciudad de Bogotá que sí cuenta con los equipos especializados, este proceso tarda alrededor de 15 días; además también se debe considerar que la obra no cuenta con el espacio suficiente para la acumulación de mucho material, en consecuencia los pedidos de acero se realizan con menor cantidad pero con mayor frecuencia.

- La verificación del estado de los equipos de topografía y la revisión de flexómetros resulta útil para reducir el margen de error en la toma de distancias y niveles en las actividades de obra. El buen estado de estos equipos garantiza la calidad de la obra.

El proceso de seguimiento y control al concreto autocompactante permite deducir que:

- Las no conformidades presentadas en obra están justificadas por el uso de un concreto con falencias en el control de calidad realizado por el proveedor, que conllevó al apoyo y elaboración de una línea de aprendizaje por el equipo del proyecto. Estas dos causas, una calidad débil del producto ofrecida y una línea de aprendizaje nueva, fueron detonantes en el proceso constructivo.
- Los concretos de altas resistencias presenta ventajas considerables para la industria de la construcción. Si bien otros países lo usan hace tiempo, Colombia aún se encuentra emergente en ello y por ende, proyectos como CASA 40 que emplean este tipo de concreto son más sensibles a los errores. Esto no es razón para considerar no viable su empleo, no se debe evaluar esta tecnología por la demora en el establecimiento de la línea de aprendizaje sino que se debe valorar sus ventajas futuras, en especial para la organización.
- De las ventajas del concreto autocompactante se deben tener en cuenta: la eliminación del vibrado, resultando en ahorros en costos de colocación y en la reducción del ruido; mejora la calidad en el acabado, lo que minimiza las reparaciones superficiales; facilidad de llenado en zonas con alto refuerzo y de difícil acceso; menores tiempos de construcción; entre otros.

7. RECOMENDACIONES

En relación con las no conformidades presentadas en el uso de concretos autocompactantes, se recomienda que el proyecto adquiriera un termómetro digital que permita dar con mayor precisión la temperatura del concreto, así mismo se deben acordar los parámetros de esta medida con el proveedor.

Con el fin de mejorar los controles de calidad y teniendo en cuenta la importancia del uso de CAC en el proyecto, se pone en consideración la implementación de las pruebas T50 y L-box.

Dado que en muchas ocasiones la segregación del CAC se presentó en forma de sangrado en el borde de la torta del concreto extendido, esto denominado índice de estabilidad visual (VSI por sus siglas en inglés), se debería prestar especial atención a este parámetro y establecer los criterios para su evaluación.

Sería positivo reforzar el conocimiento de CAC en el equipo de obra, en especial en el auxiliar de obra, con el objetivo de mejorar su criterio de evaluación al realizar las pruebas y ensayos. Estas capacitaciones deberían ser exigidas al proveedor.

Se recomienda evaluar la posibilidad de fallar las muestras de acero con un laboratorio que se encuentre en la ciudad para de esta forma obtener resultados a tiempo.

Con el ánimo de enriquecer la experiencia práctica del estudiante, deberían encomendársele actividades de supervisión de obra, tales como las abordadas libremente en este documento, ya que esto le permite la confrontación con las bases teóricas aprendidas en la universidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AXISIMA. ¿En qué consiste la nivelación topográfica? (en línea). 2015. [consultado 6 jul. 2017]. Disponible en: <http://axisima.com/en-que-consiste-la-nivelacion-topografica/>

BARLOW, Peter. Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón. Informado por el comité ACI 224. s.l. s.f. p. 2-3.

CLAROS, Eduardo. Recomendaciones para la colocación de concreto en obra. En: Blog 360° en concreto. (en línea). 2013. [consultado 6 jul. 2017]. Disponible en < <http://blog.360gradosenconcreto.com/recomendaciones-para-la-colocacion-de-concreto-en-obra/>>

ESTADOS UNIDOS. NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION. CIP 37-Concreto autocompactante (CAC). (en línea). 2004. Disponible en: < <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/37p.pdf>>

GAIMSTER, Rob y DIXON, Noel. Self-compacting concrete. En: NEWMAN, John y CHOO, Ban Seng. Advanced concrete technology: constituent materials. Oxford: Butterworth-heinemann, 2003. 9 v.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: elaboración y curado de especímenes de concretos en obra. NTC 550. Bogotá D.C: ICONTEC, 2000.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de cilindros de concreto. NTC 673. Bogotá D.C: ICONTEC, 2010. 2 p.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: métodos de ensayo para medir el flujo libre, flujo restringido y segregación en concretos autocompactantes. NTC 5222. Bogotá D.C: ICONTEC, 2003. 2 p.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Ingeniería civil y arquitectura: método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC 396. Bogotá D.C: ICONTEC, 1992. 2 p.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Referencias bibliográficas: contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C: ICONTEC, 2008.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Sistemas de gestión de calidad: fundamentos y vocabulario. ISO 9000. Ginebra: ISO, 2015. 25 p.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Sistemas de gestión de calidad: requisitos. ISO 9001. Ginebra: ISO, 2008. VII p.

OUCHI, Masahiro, *et al.* Applications of self-compacting concrete in Japan, Europe and The United States. 2003. 17 p.

RIVERA, Gerardo. Manejabilidad del concreto. En: RIVERA, Gerardo. Concreto simple. *s.l. s.n. s.f.* 83 p.

SANTA CRUZ, Sendy y ALAYZA, Arturo. Diseño y control del concreto autocompactante en el Valle de Mantaro. [Consultado 6 jul. 2017]. Disponible en: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/RCI/article/view/205/146>

SILVA, Omar. Concreto autocompactante: origen, ventajas y aplicaciones. En: Blog 360° en concreto. (en línea). 2017. [consultado 1 jul. 2017]. Disponible en <http://blog.360gradosenconcreto.com/concreto-autocompactante-origen-ventajas-y-aplicaciones/#comment-41353>

Sistemas y calidad total (2011). Sistemas de gestión de calidad, historia y definición. [en línea]. Disponible en <<http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/sistemas-de-gestion-de-la-calidad-%E2%94%82-historia-y-definicion/>>

URBANAS S.A. Manual Calidad (Manejo confidencial).

URBANAS S.A. Plan calidad CASA 40 (Manejo confidencial).

URBANAS, Quienes somos. Página web. Versión HTML, (citado el 4 de Febrero de 2017). Disponible en <<http://www.urbanas.com/secciones-24-s/quienes-somos.htm>>

SEGUIMIENTO SUMINISTRO DE CONCRETOS

MES:		ENERO			OBRA: CASA 40											
FECHA	VEHÍCULOS		Volumen del carro	INICIO FUNDIDA	HORA SALIDA PLANTA	HORA LLEGADA PROG.	HORA LLEGADA	DIFERENCIA	INICIO DESCARGA	HORA FIN DESCARGA	HORA SALIDA	DURACIÓN DESCARGA	DURACIÓN VEHÍCULO EN OBRA	INTERVALO ENTRE VEHÍCULOS	FIN FUNDIDA	ELEMENTO A FUNDIR (FORSA)
	ORDÉ	No														

DURACIÓN PROMEDIO VEHÍCULO EN OBRA	
DURACIÓN PROMEDIO DESCARGA	
DURACIÓN FUNDIDA	
DURACIÓN TOTAL FUNDIDA	
PROMEDIO INTERVALO DE VEHICULOS	
PROMEDIO DIFERENCIA	

Fuente: <http://site.urbanas.com/site/>

ANEXO 4. Formato CTR-FO-15. Ensayo de concreto.

	ENSAYO DE CONCRETO															VERSION	CTR-FO-15 6		
OBRA: CASA 40	MUESTRAS ENVIADAS		CASAS <input type="checkbox"/>	APARTAMENTOS <input checked="" type="checkbox"/>	URBANISMO <input type="checkbox"/>														
PROVEEDOR: HOLCIM	MUESTRAS LIBERADAS		ELABORÓ: MARÍA FERNANDA TARAZONA - AUJO												FIRMA				

TOMA DE CILINDROS													RESISTENCIA						Observaciones	ACCION TOMADA ...	Vo Bo DIPO o RESI	
Muestra	Remisi No.	Estructura	Elemento	Cilindros	Fecha Toma	Ti C	Asent (slump)	Fo Esperad (Psi)	DIAS	Fecha de Ensayo					50% 3 Días	75% 7 Días	83% 14 Días	100% 28 Días				101% 56 Días
				12	02-feb	X	6 1/2" - 7"	4000	28	05-feb	09-feb	16-feb	02-mar	30-mar	0%	0%	0%	0%	0%	TESTIGO	1 3 5 7 9 2 4 6 8	
				12	02-feb	X	7"	4000	28	05-feb	09-feb	16-feb	02-mar	30-mar	0%	0%	0%	0%	0%	TESTIGO	1 3 5 7 9 2 4 6 8	
				12	04-feb	X	7"	4000	28	07-feb	11-feb	18-feb	04-mar	01-abr	0%	0%	0%	0%	0%	TESTIGO	1 3 5 7 9 2 4 6 8	
				12	06-feb	X	7"	4000	28	09-feb	13-feb	20-feb	06-mar	03-abr	0%	0%	0%	0%	0%	TESTIGO	1 3 5 7 9 2 4 6 8	
				12	07-feb	X	6"	5000	28	10-feb	14-feb	21-feb	07-mar	04-abr	0%	0%	0%	0%	0%	TESTIGO	1 3 5 7 9 2 4 6 8	

Fuente: <http://site.urbanas.com/site/>

ANEXO 5. Formato para el informe de avance diario de actividades y no conformidades.

INFORME DE AVANCE DIARIO				
Elaborado por: Maria Fernanda Tarazona Ayala <i>Material de uso exclusivamente académico</i>			FECHA	
ZONA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SEGUIMIENTO		
		INICIA	CONTINÚA	TERMINA
Anomalías, no conformidades, otros				
No.	ASUNTO			

Fuente: Elaboración propia.