

Práctica empresarial como auxiliar de apoyo a la supervisión técnica y control de calidad
en obra en el proyecto Montserrat en Floridablanca Santander.

Sergio Armando Flórez García

Trabajo para optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Wilfredo del Toro Rodríguez

Magíster en Ingeniería Civil-Área de Geotecnia

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2018

Dedicatoria

A Dios por guiarme y darme la fortaleza necesaria para sobrellevar cada uno de los momentos difíciles a lo largo de mi carrera.

A mis padres Pedro Antonio y Ana Dolores por transmitirme ese apoyo en cada uno de los momentos de mi carrera y ser mi motor para tener las ganas de culminar cada vez que la meta se veía lejos e inalcanzable.

A mis hermanas Blanca Rocio y Deisy Liliana por brindarme esos mensajes de aliento para que siempre mirara hacia el futuro que me esperaba y para que siempre entendiera, que en la vida hay retos que son difíciles y que serán recompensados con una victoria, con la victoria de ser ingeniero civil.

Gracias a todos por sus buenos consejos.

Sergio Armando Flores García

Agradecimientos

A Lucila Rueda mi profe de bachillerato que me permitió creer que entrar a la universidad era posible y que los obstáculos deben ser vencidos para lograr alcanzar nuestros sueños.

A los docentes de la universidad por compartirme sus conocimientos y hacerme un profesional integro en conocimientos profesionales, morales y éticos.

A la empresa URBANAS S.A por darme la oportunidad de hacer la práctica empresarial y poder aplicar mis conocimientos profesionales, además permitirme tener ese primer encuentro con el mundo laboral en una obra de construcción. Agradezco especialmente a los ingenieros Alba y Andrés por su apoyo dentro las funciones del cargo desempeñado en obra, por sus consejos para mi vida profesional y por compartirme sus experiencias de vida que enseñan y me hacen una mejor persona.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	15
1.1. Objetivo General.....	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. Reseña histórica Urbanizadora David Puyana S.A (URBANAS S.A)	16
3. Descripción del proyecto (Abadías Montserrat)	17
4. Marco Teórico.....	19
5. Control de calidad en la ejecución del proyecto Montserrat.....	20
5.1 Tanque de almacenamiento.....	20
5.1.1. Sistema constructivo del tanque.....	20
5.1.1.1. Excavación.....	20
5.1.1.2. Armado de placa de fondo-cimentación.	20
5.1.1.3. Instalación cinta PVC.	22
5.1.1.4. Armado Muros-Formaleta Metálica.	22
5.1.2. Detalle constructivo del tanque.....	23
5.1.3. Prueba de filtración y revisión de cinta PVC.....	24
5.1.4. proceso de impermeabilización de tanque de almacenamiento.	25
5.1.4.1. Sello de juntas.....	26

5.1.4.2. Resanes de la superficie.	26
5.1.4.3. Impermeabilización del tanque.	28
5.1.4.3.1. Sistema de impermeabilización Seal 107.	28
5.1.5. Prueba de estanqueidad con la impermeabilización realizada.	29
5.1.5.1. Reparación de impermeabilización.....	31
5.2. Verificación de manómetros	31
5.3. Prueba de hermeticidad de la montante de gas.	32
5.4. Prueba de estanqueidad en tubería de desagüe terraza	34
5.5. Ensayos de mortero.....	35
5.5.1. Curado de especímenes de mortero	36
5.5.2. Comparación de resistencias en morteros de pega de mampostería.	37
5.5.3. Trazabilidad de muestras de mortero.	37
5.5.4. Rendimiento de la cuadrilla en la nivelación de piso.	37
5.6. Resistencia a la compresión en cilindro de concreto.	38
5.6.1. Curado de especímenes de concreto.	38
5.6.2. Uso de las curvas de Pareto para evaluar resultados de resistencia a compresión.....	38
5.7. Verificar estado de flexómetros.	40
6. Conclusiones	41
7. Recomendaciones	41
Referencias Bibliográficas	43
Apéndices.....	45

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Rangos de presiones para prueba de hermeticidad	34

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Apartamento tipo 1.	17
Figura 2. Apartamento tipo 3.	18
Figura 3. Apartamento tipo 3.	18
Figura 4. Protección del fondo del tanque con Concreto de limpieza de 1500 psi.	21
Figura 5. Instalación de acero de refuerzo en la placa de cimentación.	21
Figura 6. Forma de instalación de la cinta PVC.	22
Figura 7. Corbatas destijeradas para mantener el espesor de los muros del tanque.	23
Figura 8. Detalle de la colocación de la cinta PVC.	23
Figura 9. Fases para fundir las pantallas y placa del tanque.	24
Figura 10. Filtración en la junta de construcción del tanque.	25
Figura 11. Instalación de la cinta Sikadur Combiflex SG.	26
Figura 12. Resane corbatas tanque de almacenamiento agua potable.	27
Figura 13. Impermeabilización del tanque de almacenamiento de agua potable.	29
Figura 14. Puntos de filtración en el tanque de almacenamiento.	31
Figura 15. Flauta de calibración de manómetros.	32
Figura 16. Manómetro Winters de 60 psi para medir presión en tubería de Gas.	33
Figura 17. Prueba de estanqueidad en tubería de PVC para bajante de aguas lluvias.	35
Figura 18. Toma de cilindros de mortero.	36
Figura 19. Curado de especímenes utilizando materiales plásticos.	36

Figura 20. Curva de desempeño Holcim para concreto de 4000 psi 6" de asentamiento, y grava $\frac{3}{4}$ ".....	39
Figura 21. Marquilla para revisión de flexómetros.....	40

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Comparación de morteros seco de diferentes proveedores.....	45
Apéndice B. Registro de Resultados de Resistencia a Compresión.	45
Apéndice C. Rendimiento de la cuadrilla de Nivelación de piso, para un espesor promedio de 5 [cm]......	47
Apéndice D. Registro de resultados de ensayos de concreto.....	48
Apéndice E. Curva de desarrollo de concreto para evaluar el avance de la resistencia la compresión de cilindros de concreto.....	47
Apéndice F. Listado de verificación de flexómetro.....	49

RESUMEN

TÍTULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE APOYO A LA SUPERVISIÓN TÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA EN EL PROYECTO MONTSERRAT EN FLORIDABLANCA SANTANDER. *

AUTOR: SERGIO ARMANDO FLÓREZ GARCÍA **

PALABRAS CLAVE: SUPERVISIÓN, POLÍMERO, HERMETICIDAD, TRAZABILIDAD, IMPERMEABILIZACIÓN.

DESCRIPCIÓN:

Este artículo explora los ensayos y pruebas realizados para garantizar la calidad de los procesos en la obra Montserrat en Floridablanca, Santander. Está centrado en mostrar la supervisión a la impermeabilización del tanque de almacenamiento de agua potable, la prueba de hermeticidad a la tubería de gas y los ensayos de resistencia a la compresión de concreto y mortero. En los resultados obtenidos se muestra el método de impermeabilización para un tanque y el producto indicado a utilizar para sellar la junta de construcción, además se puede encontrar la resistencia a la compresión esperada para concreto y mortero con sus respectivos formatos de registro propios del sistema de gestión de calidad de la empresa, también se muestra la metodología de verificación de manómetros por el método de la “flauta” y la revisión que se le debe hacer a los flexómetros de la obra. Con base en la trazabilidad de los resultados se concluye que el producto de SIKA a base de cemento y polímeros modificados es adecuado para impermeabilización de tanques, los ensayos de compresión de mortero son necesarios para controlar la dosificación de arena y cemento en obra y para las pruebas de hermeticidad, es importante utilizar una previa verificación de manómetros.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Físicomecánicas. Escuela de ingeniería Civil. Director Wilfredo del Toro Rodríguez.

ABSTRACT

TITLE: ENGEDERING PRACTICE AS SUPPORT ASSISTANT TO TECHNICAL SUPERVISION AND QUALITY CONTROL AT WORK IN THE PROJECT MONTSERRAT IN FLORIDABLANCA SANTANDER. *

AUTHOR: SERGIO ARMANDO FLÓREZ GARCÍA**

KEYWORDS: SUPERVISION, POLYMER, HERMETICITY, TRACEABILITY, WATERPROOFING.

DESCRIPTION:

This article explores the trials and tests carried out to guarantee the quality of the processes in the building Montserrat in Floridablanca, Santander. It is focused on showing supervision to the waterproofing of the potable water storage tank, the leak test to the gas pipeline and the compressive strength tests of concrete and mortar. The results obtained show the method of waterproofing for a tank and the product indicated to be used to seal the construction board, you can also find The expected compressive strength for concrete and mortar With their respective registration formats that the company's quality management system sends, it is also shown The Manometer verification methodology By the method of the "flute" and the review that should be made to the flexometers of the work. Based on the traceability of the results it is concluded that the product of SIKA based on cement and modified polymers is suitable for waterproofing tanks, the mortar compression tests are necessary to control the dosage of sand and cement in the work and for the tests of hermeticity it is important to use a previous verification of manometers.

* Degree Project

** Faculty of physical-mechanical engineering. School of Civil Engineering. Director Wilfredo del Toro Rodríguez.

Introducción

La necesidad de dar cumplimiento a las normas de calidad colombianas encomendadas por las normas técnicas colombianas (NTC), hace necesario tener un plan de calidad en cada empresa dedicada al sector de la construcción.

La empresa URBANAS S.A cuenta con una certificación de calidad por la norma ISO 9001, lo que hace que se preocupe por tener resultados de calidad en las actividades de construcción de determinado proyecto. Es así que se propone establecer un plan detallado de pruebas a realizar a las actividades desarrolladas en la estructura, en este caso en la obra MONTSERRAT. Las pruebas que se describen en este proyecto son parte fundamental de la conformidad de las actividades recibidas en cada etapa de construcción.

Los ensayos de resistencia de mortero permiten obtener resultados que se pueden observar gráficamente para realizar una comparación de desempeño entre las distintas empresas que proveen morteros secos a la obra y además llevar el control de la dosificación adecuada de agregados.

Las pruebas de hermeticidad son las encargadas de garantizar que no se presenten fugas en ninguna montante, ni en ningún apartamento del edificio.

Las pruebas de estanqueidad garantizan que no se presente ninguna humedad después del llenado del tanque que perjudiquen estructuras aledañas.

La garantía de estas pruebas y ensayos se evidencia en los formatos establecidos por la empresa que es donde se lleva la trazabilidad de las mismas. Además, la confiabilidad de los ensayos está dada por la calibración de los aparatos antes de los ensayos.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Realizar una práctica empresarial como auxiliar de apoyo a la supervisión técnica y control de calidad en el proyecto MONTSERRAT en Floridablanca, Santander.

1.2. Objetivos Específicos

- Apoyar a la supervisión de obra en la actividad de impermeabilización del tanque de almacenamiento de agua potable, para que cumpla la prueba de estanqueidad.
- Apoyar la realización de ensayos de resistencia a la compresión de concreto y mortero.
- Apoyar la realización de pruebas de hermeticidad en redes de gas con la respectiva verificación de manómetros.
- Apoyar el registro de los resultados de los diferentes ensayos realizados en obra, en los formatos propuestos por el sistema de gestión de calidad de la empresa URBANAS S.A.

2. Reseña histórica Urbanizadora David Puyana S.A (URBANAS S.A)

En 1923, Alejandro Puyana Martínez conformó, junto con sus familiares y Sucesores de David Puyana S.A., una de las primeras sociedades anónimas fundadas en Santander. Desde entonces y hasta hoy, con seguridad esta es la empresa 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 en los años 70 vino el inicio del desarrollo de Cañaveral, sector que hoy es pieza fundamental del 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. Hoy, la empresa tiene una visión de futuro renovada; un portafolio de quince (15) 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 Tocancipá. En pocas palabras podemos decir que, URBANAS está totalmente comprometida con la construcción de las ciudades del mañana a través de espacios que generan prosperidad colectiva y progreso individual, apoyados en la excelencia y funcionalidad de nuestro diseño. (URBANAS S.A, s.f.)

3. Descripción del proyecto (Abadías Montserrat)

El proyecto consta de cuatro (4) torres, de las cuales dos están en construcción, estas torres cuentan con apartamentos de sistema estructural industrializado, conformado por muros portantes y placas macizas en concreto reforzados tipo outinord.

La estructura de parqueaderos sótano tiene un sistema estructural conformado por columnas, pantallas, vigas y placas en sistema Steel-deck.

El proyecto cuenta con tres tipos de apartamentos que se pueden observar en la figura 1,2, y 3.



Figura 1. Apartamento tipo 1. (URBANAS S.A, 2016). Recuperado de <http://www.urbanas.com/montserrat>.

Área construida: 86.25 m²
 Área privada: 79.00 m²
 Torre 1 y 4



Figura 2. Apartamento tipo 3. (URBANAS S.A, 2016) Recuperado de <http://www.urbanas.com/montserrat>.

Área construida: 90.86 m²
 Área privada: 82.78 m²
 Torre 2 y 3



Figura 3. Apartamento tipo 3.(URBANAS S.A, 2016) Recuperado de <http://www.urbanas.com/montserrat>.

4. Marco Teórico

Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) es una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos para lograr la calidad de los productos o

servicios que se ofrecen al cliente, es decir, es planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en el cumplimiento de los requisitos del cliente y en el logro de la satisfacción del mismo (José, 2010).

Urbanas mantiene y mejora continuamente su SGC de acuerdo con los requisitos establecidos en la NTC ISO 9001:2015.

La empresa cuenta con un plan de calidad el cual permite ordenar y describir las actividades que requieren controles dentro de la obra para entregar según la normativa y especificaciones del proyecto.

Si se ha creado de forma correcta el **plan de calidad** se proporciona información necesaria para ejecutar de forma eficiente todos los procesos de una manera más adecuada para los usuarios finales. Los buenos planes de calidad proceden a formar parte de una visión general de las diferentes actividades que se realiza dentro del proceso, los documentos relacionados con las diferentes actividades, personas responsables de las actividades, y así sucesivamente. Tener el documento puede disminuir significativamente el número de no conformidades dentro del proceso y evitar escribir procedimientos largos con demasiada información (Escuela Europea de Excelencia, 2018).

El plan de calidad es que me dice la metodología para almacenar la información de ensayos y pruebas dentro de la obra, así como los formatos a utilizar.

5. Control de calidad en la ejecución del proyecto Montserrat

5.1 Tanque de almacenamiento

El tanque se encuentra ubicado junto al acceso de la portería principal del proyecto. A (-) 1.5 [m] del nivel del sótano 3.

Su diseño estructural fue concebido con una placa fondo – cimentación de tipo flotante de resistencia 4000 psi, se utilizó concreto con aditivo de inclusión de aire (impermeabilizado) con refuerzo en microfibra de polipropileno. Pantallas o muros perimetrales del mismo tipo de concreto utilizado en la cimentación.

La razón por la cual se usa el concreto con refuerzo en microfibra, es para evitar la fisuración, mejorar la resistencia a la abrasión y disminuir la permeabilidad (Antillom, 2016).

5.1.1. Sistema constructivo del tanque. El tanque de almacenamiento cuenta con un proceso constructivo que se muestra a continuación.

5.1.1.1. Excavación. Por tratarse de un tanque semienterrado se realiza el replanteo y localización (comisión topográfica) de la excavación. Una vez lista se protege inmediatamente el fondo con una capa de concreto de limpieza como se observa en la figura 4.

5.1.1.2. Armado de placa de fondo-cimentación. Una vez lista la excavación y protegida mediante el concreto de limpieza se procede a realizar la localización de ejes y ubicación de

elementos estructurales como vigas, las cuales por diseño están embebidas en la placa de cimentación. (Ver figura 5).

Listo lo anterior se procede a armar e instalar el refuerzo en la base y en las paredes del tanque cuidando que el espaciamiento y los ganchos se encuentren de acuerdo con los planos (Silva, 2016).



Figura 4. Protección del fondo del tanque con Concreto de limpieza de 1500 psi.



Figura 5. Instalación de acero de refuerzo en la placa de cimentación.

5.1.1.3. Instalación cinta PVC. Por el proceso constructivo implementado para el tanque se debe colocar una cinta PVC en la junta fría que queda de las dos fundidas en las paredes del tanque. Esta cinta SIKA PVC es la de color amarillo como se ve en la figura 6 y debe ir embebida a lo largo de la junta, para formar un diagrama hermético que previene el paso del líquido a través de la junta. Esta cinta tiene una gran elasticidad y es resistente a diferentes productos químicos, y no produce decoloración con el concreto.



Figura 6. Forma de instalación de la cinta PVC.(Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE), 2007). Recuperado de <https://www.fonade.gov.co/geotec/SuperPRO/InformeFotograficoA.ashx?Proyecto=2052565&Convenio=194048>.

5.1.1.4. Armado Muros-Formaleta Metálica. Una vez fundida la placa fondo del tanque se procede a ejecutar el armado de muros mediante formaleta metálica, garantizando las medidas que el diseño solicita. Después se instala la formaleta para las paredes del tanque utilizando distanciadores metálicos o corbatas destijeradas con dos sellos antigoteo por cada distanciador, estos no requieren ni engrasado, ni recubrimiento pues el extremo que sobresale del muro se quiebra fácilmente para evitar retirarlas del muro y ocasionar filtraciones (RS Formaleta Metálica Ltda., 2014).

Las corbatas las cuales están ubicadas a través del muro, como se observa en la figura 7 son las encargadas de mantener el espesor del muro en toda su longitud durante la fundida.



Figura 7. Corbatas destijeras para mantener el espesor de los muros del tanque.

5.1.2. Detalle constructivo del tanque. En el momento en que se funde la placa de cimentación se debe fundir una parte del muro o dado de 30 cm para que la cinta de PVC que se ve de color amarillo en la figura 8 quede embebida en el concreto, a lo largo de toda la longitud de los muros del tanque.

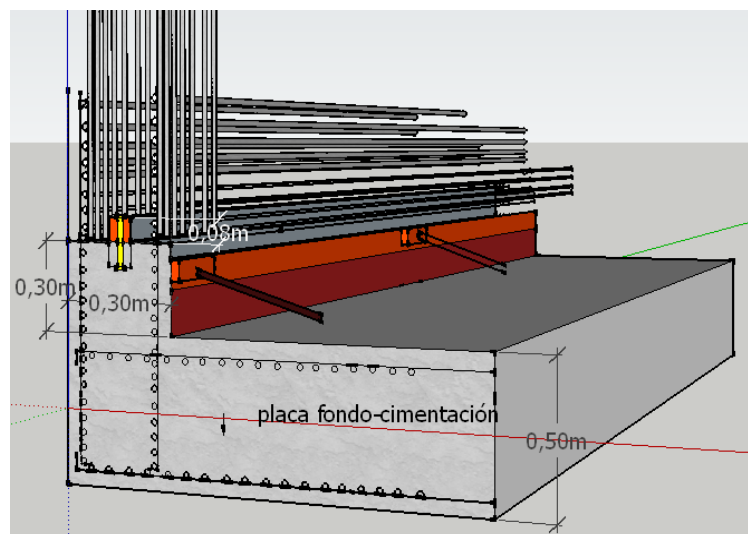


Figura 8. Detalle de la colocación de la cinta PVC.

Después de fundir la placa y el dado se acaba de fundir las pantallas del tanque como se muestra en la figura 9.

Convenciones de fundida:

- Primera fundida
- segunda fundida

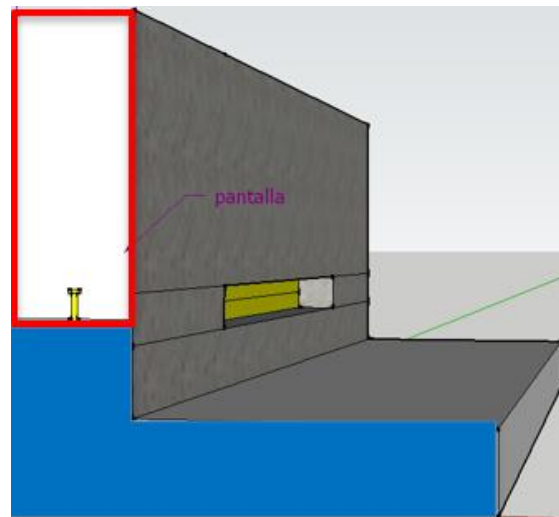


Figura 9. Fases para fundir las pantallas y placa del tanque.

5.1.3. Prueba de filtración y revisión de cinta PVC. Se realiza el proceso de llenado del tanque para identificar zonas de filtración y fugas, además para revisar el correcto funcionamiento de la cinta PVC.

Se puede observar que hay una filtración en la junta de construcción donde se inicia el “arranque” de los muros que son las pantallas del tanque de almacenamiento como lo muestra la figura 10.

Se continúa con el llenado hasta un nivel de 3 [m] de altura, con el fin de revisar filtraciones en corbatas y pasamuros de equipos de bombeo.

Esta prueba permite decidir sobre el sistema de impermeabilización más adecuado para el tanque, teniendo en cuenta que la cinta de PVC no contrarresta la filtración en la junta de construcción como se espera y se debe buscar un sistema que impermeabilice las paredes del

tanque y otro que selle la filtración en la junta de construcción que se observa en la figura 10. Con base en lo anterior y a recomendaciones por asesores técnicos de Sika el producto a utilizar es el Sika Top Seal 107+cinta **Sikadur-combiflex SG** para la junta fría.



Figura 10. Filtración en la junta de construcción del tanque.

Se continúa con el llenado hasta un nivel de 3 [m] de altura, con el fin de revisar filtraciones en corbatas y pasamuros de equipos de bombeo.

Esta prueba permite decidir sobre el sistema de impermeabilización más adecuado para el tanque, teniendo en cuenta que la cinta de PVC no contrarresta la filtración en la junta de construcción como se espera y se debe buscar un sistema que impermeabilice las paredes del tanque y otro que selle la filtración en la junta de construcción que se observa en la figura 10. Con base en lo anterior y a recomendaciones por asesores técnicos de Sika el producto a utilizar es el Sika Top Seal 107+cinta **Sikadur-combiflex SG** para la junta fría.

5.1.4. proceso de impermeabilización de tanque de almacenamiento. Para impermeabilizar el tanque es necesario seguir un proceso de adecuación de la superficie.

5.1.4.1. Sello de juntas. Como sello secundario a la junta fría que se presenta durante el proceso constructivo, y que previamente se trató con Cinta PVC, se debe proteger el acero de refuerzo en la misma junta, para lo cual se recomienda el uso de la cinta **Sikadur-Combiflex SG** que consiste de una cinta impermeable de poliolefina (TPO) flexible con un adhesivo epóxico Sikadur de alta adherencia. Esta cinta se usa para el sellado de la junta con movimientos, de construcción, expansión, contracción y conexión, presenta adherencia entre la cinta y el adhesivo epóxico, no se requiere activación de la cinta en terreno, fácil de instalar y apropiada para superficies de hormigón, secas y húmedas (Sika, 2015).

La cinta Sikadur-Combiflex SG se puede observar en la figura 11 de color blanco con una cinta roja en el centro, la cual permite eliminar las burbujas de aire que están dentro de la cinta al momento de retirarla y sirve de guía para colocarla en toda la junta de manera que quede alineada con toda su longitud. Esto garantiza el funcionamiento correcto del sistema de sellado de la junta.



Figura 11. Instalación de la cinta Sikadur Combiflex SG.

5.1.4.2. Resanes de la superficie. Antes de realizar la impermeabilización se debe preparar la superficie del tanque sellando las perforaciones de los pasadores o corbatas y

realizando el sello de todas las porosidades del concreto con Sika top 122 que es un mortero cementoso modificado con resina acrílica, de dos componentes, de consistencia pastosa, con altas resistencias mecánicas y gran adherencia al soporte, especialmente diseñado para reparaciones en elementos estructurales de concreto (Sika, 2015)

Las corbatas deben ser destapadas como se muestra en la figura 12 para retirar el caucho protector y lograr una mejor adherencia del producto.

El área de aplicación del SikaTop®-122, debe ser imprimada previamente con una pequeña cantidad del mismo producto, frotándolo fuertemente contra la superficie con la mano enguantada. Se debe esperar entre cinco y diez minutos para aplicar el producto en capas sucesivas de máximo 2 cm hasta completar el espesor deseado. Después de aplicar una capa la superficie queda rugosa, esperar aproximadamente 20 minutos antes de colocar la siguiente. El afinado se hace con llana metálica o de madera, según el acabado deseado.



Figura 12. Resane corbatas tanque de almacenamiento agua potable.

Posteriormente y antes de aplicar cualquier tipo de sistema de impermeabilización, se debe tener en cuenta que la superficie debe estar completamente limpia, sin partes sueltas o mal adheridas, totalmente exenta de pintura, grasa, aceites, etc. Si la superficie está muy lisa,

deberá tratarse mecánicamente hasta obtener un soporte rugoso del tipo CSP -5 conforme a la guía del ICRI. Saturar la superficie con agua evitando empozamientos, antes de aplicar el producto (Sika, 2015).

5.1.4.3. Impermeabilización del tanque. Para la impermeabilización del tanque se contrata una empresa especializada la cual se encarga de aplicar el producto Sika top seal 107 de la empresa SIKA. Este producto es un mortero con base en cemento y polímeros modificados, para recubrimientos impermeables listo para usar.

5.1.4.3.1. Sistema de impermeabilización Seal 107. Recubrimiento impermeable para tanques, fosos y obras hidráulicas sometidas a presión y movimiento. Tiene las siguientes ventajas:

- Semiflexible e impermeable.
- Excelente adherencia
- No ataca armaduras, ni elementos metálicos
- No es corrosivo, ni inflamable o tóxico.
- Resistente (2 mm de Sika top-Seal 107 equivalen a 20 mm de mortero normal).
- Apto para estar en contacto con agua potable (Aprobación Norma NSF/ ANSI61/2013).

Consumo aproximado por capa: 2,0 kg/m²/mm de espesor. Para altas presiones debe aplicarse tres capas (Sika, 2015)

Aplicación: Sika Top-Seal 107 se aplica con una brocha o cepillo de fibra de nylon, llana metálica o esponja. En este caso se utiliza un rodillo como se muestra en la figura 13, que es propicio para extender adecuadamente el producto en todo el muro. Se aplica SikaTop-Seal 107 como una capa densa, no como una capa delgada de pintura, repartiendo uniformemente, conservando el sentido de la aplicación para lograr un buen acabado. Se deben aplicar dos

capas de producto, la segunda capa se aplica después de 12 horas de haber aplicado la primera (Sika, 2015).



Figura 13. Impermeabilización del tanque de almacenamiento de agua potable.

5.1.5. Prueba de estanqueidad con la impermeabilización realizada. Deben realizarse pruebas hidrostáticas y de operación en las condiciones normales y críticas, con el fin de detectar escapes, fallas estructurales o hidráulicas y tomar las medidas correctivas, antes de entregar el tanque a disposición del sistema de acueducto de la obra.

El encargado de realizar estas pruebas debe tomar registros de los datos de los cuales se exija medición y presentar un informe de la prueba a la interventoría de la obra, el cual debe contener el resultado de los ensayos realizados y las condiciones anormales encontradas. Para realizar la prueba de estanqueidad el tanque debe estar lleno durante un período de 72 horas; una vez transcurrido este período se debe medir el descenso del nivel del agua en el tanque, considerando las pérdidas por evaporación durante los siguientes seis días. Las filtraciones en un período de 24 horas no deben ser mayores que 0.05 % del volumen del tanque, en caso de que las filtraciones superen este valor se debe detectar la fuente de las filtraciones y realizar su reparación. Después de efectuar las reparaciones, el tanque debe probarse nuevamente para

verificar que cumple con los criterios de estanqueidad. En caso de encontrar anomalías en el funcionamiento o condiciones de operación diferentes a las previstas en el diseño, deben tomarse las medidas correctivas que sean necesarias antes de colocar el tanque al servicio de la obra (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2010, p.410).

Antes de poner en servicio cualquier tanque de distribución, éste debe ser desinfectado, debe tenerse en cuenta la norma técnica NTC 4576: “Desinfección de Instalaciones de Almacenamiento de Agua Potable”. La desinfección debe ser hecha con compuestos clorados, llenando el tanque con una concentración de 50 p.p.m de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto, al final de las cuales se debe proceder al drenaje total del agua de lavado al sistema de alcantarillado. Si el cloro residual libre del agua de lavado al final de las 24 horas es inferior a 0,4 mg/l, se debe repetir la operación con 25 p.p.m (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2010, p.411).

Para el registro de pruebas de estanqueidad la empresa URBANAS S.A en su plan de calidad propone un formato identificado con el código CTR-FO-26 el cual se diligencia para llevar el seguimiento a las pruebas realizadas al tanque. Las pruebas pueden resultar conformes o no conformes según el porcentaje de filtración que presente el tanque. Según el Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, (2010) no debe exceder 0.05 % del volumen del tanque.

Después de realizar la prueba, se presenta una no conformidad teniendo en cuenta que en los tres días de prueba del tanque la diferencia entre el nivel inicial y el nivel final de la lámina de agua es de 0.05 [m] y como la base del tanque es de 14.84 *4.78 [m] lo que representa una filtración de 3.54 [m³]. Teniendo en cuenta que el tanque tiene una capacidad total de 232 [m³] y el 0.05% de este total es 0.116 [m³] la prueba genera una No conformidad que debe ser registrada y solucionada con una reparación como se presenta a continuación.

5.1.5.1. Reparación de impermeabilización. Después de esta prueba de estanqueidad se realiza un marcado de las zonas donde se presentan fugas tanto interna como externamente como se muestra en la figura 14. Una vez identificado las zonas de filtración se vacía el tanque reutilizando el agua tratada previamente con cloro en las labores de la obra.

Para esta prueba se registra una no conformidad en el formato presentado en el plan de calidad de la empresa URBANAS, en el cual se hace el respectivo seguimiento a las reparaciones pertinentes al tanque para lograr la conformidad de la salida registrada.

Después de la reparación de los puntos que presenta filtración se hace de nuevo el llenado del tanque, para verificar que se corrigió la inconformidad.



Figura 14. Puntos de filtración en el tanque de almacenamiento.

5.2. Verificación de manómetros

Consiste en comparar los manómetros de prueba con un manómetro previamente calibrado llamado patrón y verificar después de media hora que la presión en todos los manómetros se mantiene. Según Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC,2006) el ensayo debe realizarse como mínimo a una presión de 30 psi (p.32).



Figura 15. Flauta de calibración de manómetros.

Para esta verificación se hace una flauta como la que se muestra en la figura 15 en la cual se ubica en primer lugar el manómetro patrón seguido de los manómetros de prueba. La tubería es llenada de aire con una bomba hasta que los manómetros marquen una presión de 30 psi y esto se logra colocando un tapón en un extremo y luego en el otro. cuando esté lista la flauta se hace una lectura inicial de la presión de cada manómetro, registrando la hora en la cual se inicia la prueba. Después de 30 minutos se toma la lectura final de presión, verificando que la variación sea menor del 2% comparada con el manómetro patrón. El 2% de error permisible se define según el plan de calidad de la obra Montserrat, que está apoyado en ICONTEC, (2001).

Esta calibración se debe realizar antes de las pruebas de hermeticidad en redes de gas o antes de la prueba de hidrostática de presión en redes hidráulicas.

5.3. Prueba de hermeticidad de la montante de gas.

La prueba de presión es para detectar posibles escapes de gas y verificar la resistencia de la red a presiones superiores a la presión de operación, asegurando que el total de los

componentes tales como, válvulas, tubería y accesorios, resisten esas presiones (METROGAS, s.f.)

Esta prueba se realiza en cada apartamento, presurizando la red con aire hasta lograr una presión de 30 psi. Un extremo de la tubería debe estar tapado con un tapón que proporcione hermeticidad y en el otro extremo se coloca un manómetro de glicerina como se muestra en la figura 16, la presión debe ser la misma después de una hora de haber comenzado el ensayo.

Una vez se termina el ensayo se debe verificar que la diferencia entre la presión inicial y la presión final sea menor o igual al 2%, este es el rango aceptado para la prueba de hermeticidad.



Figura 16 .Manómetro Winters de 60 psi para medir presión en tubería de Gas.

Para la presión de prueba de la montante de gas o PE-AL-PE se tiene en cuenta la tabla 1, de ahí se escoge la segunda opción debido a que está en el rango de presión de operación de la tubería, que corresponde al rango en el cual la empresa que certifica las instalaciones de gas verifica y certifica que no haya fugas.

La prueba de hermeticidad permite detectar fugas y corregirlas a tiempo para evitar problemas futuros cuando ya se entre en funcionamiento la red de gas en todo el edificio.

Tabla 1.
Rangos de presiones para prueba de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
$P \leq 13.8 \text{ KPa}$ ($P \leq 2 \text{ psi}$)	34.5 Kpa (5 psi)	15 min
$13.8 \text{ Kpa} < P \leq 34.5 \text{ KPa}$ ($2 \text{ psi} < P \leq 5 \text{ psi}$)	207 Kpa (30 psi)	1h
$34.5 \text{ Kpa} < P \leq 138 \text{ KPa}$ ($5 \text{ psi} < P \leq 20 \text{ psi}$)	414 Kpa (60 psi)	1h

Nota: Adaptado de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 2505. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC), 2006) Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales.

5.4. Prueba de estanqueidad en tubería de desagüe terraza

La prueba de estanqueidad debe ser realizadas a los sistemas de desagüe y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, el extremo inferior de la red debe estar taponados provisionalmente, y a su vez ir llenando desde el punto más alto hasta rebosarlo.

El tiempo de ensayo es de cuatro horas, donde el sistema debe estar completamente hermético. En la figura 17 se observa el tapón en el bajante de aguas lluvias de la terraza, el cual restringe el flujo de agua para luego en la parte más alta de la tubería, tomar un nivel inicial de lámina de agua y luego pasadas las 4 horas compararlo con la medida final de la

lámina de agua, donde la variación debe ser menor del 1%. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC), 2004).



Figura 17. Prueba de estanqueidad en tubería de PVC para bajante de aguas lluvias

5.5. Ensayos de mortero

Se realizaron muestras de resistencia a la compresión del mortero en cilindros de diámetro 3” con moldes de tubería gres, aplicando el procedimiento de ICONTEC, (2003). Las pruebas se realizan a mortero seco para pega de mampostería, frisos interiores y morteros de pisos, también se tomaron muestras a los morteros mezclados en obra, principalmente a los morteros de piso. Estas muestras se tomaron para realizar un seguimiento a la resistencia de los mismos, según las especificaciones técnicas del proyecto. En la figura 18 se pueden observar la manera como se realizan las muestras y se observa que tienen forma cilíndrica.

Los resultados se utilizan para verificar que la dosificación de cemento y arena sea la requerida para una resistencia de 2000 psi que corresponde una relación 1:4 para alistado de pisos en zonas no húmedas, para friso interior y para pega de mampostería según lo especificado en el manual de construcciones de la empresa URBANAS S.A., También se

verifica que la resistencia del ensayo cumpla con la resistencia de diseño del mortero premezclado proporcionado por el proveedor.



Figura 18. Toma de cilindros de mortero

5.5.1. Curado de especímenes de mortero. Se deben sacar los especímenes de su condición de almacenamiento al cabo de las $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$. Los tres cilindros se envuelven en bolsas plásticas para conservar la humedad y se dejan en un cuarto protegidos de cualquier agente físico o químico que pueda alterar las muestras para el ensayo de resistencia a la compresión (ver figura 19). Se realiza el curado de las muestras para poder almacenarlos en la obra hasta el día en que se envían al laboratorio escogido para el ensayo de las probetas de mortero.



Figura 19. Curado de especímenes utilizando materiales plásticos.

5.5.2. Comparación de resistencias en morteros de pega de mampostería. Sus usos y aplicaciones son adecuados para pega y pañete de bloques en muros interiores no estructurales.

La uniformidad en las mezclas garantiza la calidad del producto.

Menos desperdicio que la mezcla hecha en obra, debido a que se prepara sólo la cantidad necesaria. Se puede preparar con consistencia seca o plástica. Permite optimizar la mano de obra.

Como control de calidad a los productos utilizados en las actividades de la obra, en este caso en la pega de mampostería; se realizan muestreos a los morteros secos de los diferentes proveedores que estén en la obra, con el fin de evaluar el mortero de pega más resistente para la obra. Se realiza una comparación gráfica de dos proveedores diferentes y se trabaja con tres muestras de mortero N-75, la gráfica se muestra en el Apéndice A, con seguimiento a los 7, 14 y 28 días con una resistencia esperada a los 28 días de 1066 psi.

5.5.3. Trazabilidad de muestras de mortero. Como se muestra en Apéndice B se hace seguimiento a los resultados de los ensayos de resistencia de los morteros a los 14 y 28 días. Cada muestra tiene un código consecutivo para identificar correctamente los resultados que envía el laboratorio en el cual se realizan los ensayos, los consecutivos en este caso son S20, S21, S22. Los ensayos son realizados teniendo en cuenta la norma técnica colombiana ICONTEC, (2003). Los resultados obtenidos permiten llevar control y a su vez hacer seguimiento a la resistencia de mortero.

5.5.4. Rendimiento de la cuadrilla en la nivelación de piso. Se hizo un seguimiento del rendimiento por cuadrilla para la nivelación de piso teniendo en cuenta la hora de inicio y de

fin de la actividad diaria, la cual se evalúa por apartamento para saber claramente los metros cuadrados que se aplican de mortero diariamente.

Se toma una muestra aleatoria de 7 apartamentos, y se anota el tiempo empleado en cada apartamento. En el día se nivela un apartamento por torre, entonces la exactitud en el área medida para el cálculo del rendimiento es mejor, debido a que no es necesario medir otras áreas que pueden generar incertidumbre, para saber en el momento que se termina de aplicar el mortero.

En el Apéndice C se puede observar la tabla de rendimientos y las variantes tomadas en cuenta para el cálculo de las horas totales trabajadas.

Esta tabla de rendimientos me permite hacer proyecciones de apartamentos mortereados en el mes y establecer la eficacia de próximos contratistas que entren a la obra respecto a los rendimientos calculados previamente.

5.6. Resistencia a la compresión en cilindro de concreto.

5.6.1. Curado de especímenes de concreto. Si los especímenes no son transportados en un lapso de 48 h, los moldes se deben retirar dentro de $24 \text{ h} \pm 8$ y la norma indica que hay que mantener las condiciones de humedad satisfactorias y controlar la temperatura, por eso una vez retirados los moldes, los especímenes se pueden sumergir inmediatamente en agua saturada con cal hasta que sean transportados (ICONTEC, 2000).

5.6.2. Uso de las curvas de Pareto para evaluar resultados de resistencia a compresión. Para concretos de 4000 psi se toman 5 parejas de cilindros, que se mandan a ensayar a los 3,7,14,28 días y 56 días si se requiere, los resultados del ensayo se llevan en el

formato de concreto propuesto en el plan de calidad de la empresa URBANAS S.A (Ver el Apéndice D).

Si se observa la figura 20, es el diagrama de Pareto para concretos, que es el encargado de decir el porcentaje de desempeño que debería tener un resultado de resistencia a la compresión de determinado espécimen a cierta edad. Se puede observar que para que un concreto alcance el 100 % de su desempeño, a los tres días debería tener un porcentaje de al menos 46%. De lo contrario esta muestra desde ya se ve como una posible no conformidad lo que indica que se le debe hacer un seguimiento al elemento y si a los 28 días no cumple su resistencia esperada, deberá enviarse a ensayo un testigo para ser ensayado a los 56 días.

Si a los 56 días no alcanza la resistencia se debe tomar una acción correctiva que consiste en realizar pruebas de esclerometría y consultar al diseñador estructural para tomar la decisión de demoler o no el elemento. Para ver el diagrama de Pareto completo ver apéndice E.

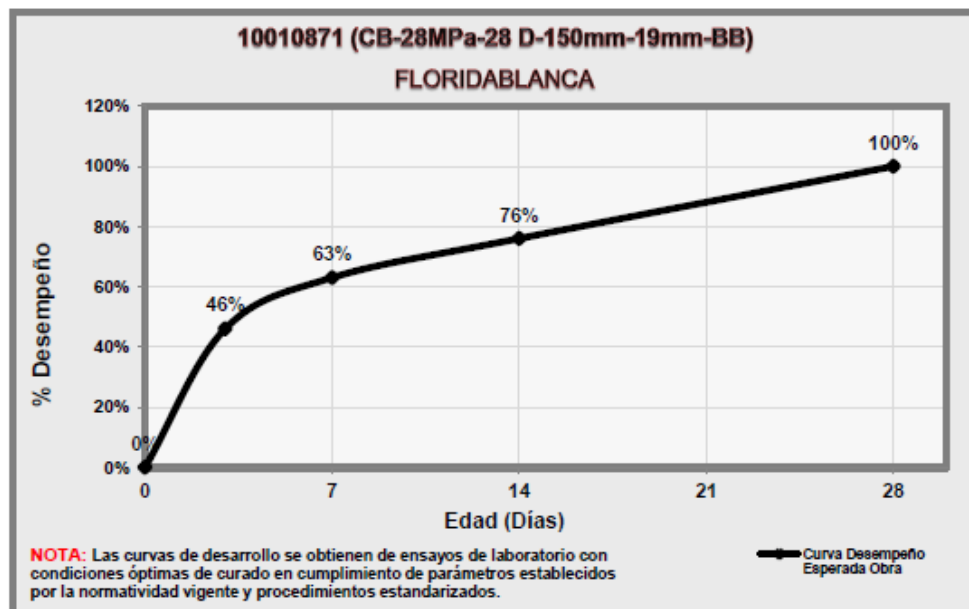


Figura 20. Curva de desempeño Holcim para concreto de 4000 psi 6" de asentamiento, y grava ¾ ". Adaptado de (Holcim, 2018). Recuperado de <https://www.holcim.com.co>.

5.7. Verificar estado de flexómetros.

Esta verificación se hace para validar el buen estado de los flexómetros usados en obra y con periodicidad de dos meses, se le pide a los oficiales y ayudantes que se encuentren laborando en la obra en el momento de la revisión programada.

En la revisión se observa que la cinta está marcada correctamente, es decir que no se encuentre oxidada o con manchas que dificulte las medidas. El flexómetro es marcado con una marquilla que lleva el logo de la obra y la fecha de revisión, de la misma manera se marca la cinta con una firma para evitar que se revise dos veces o más el mismo flexómetro. Esta revisión está contemplada en el plan de calidad de la empresa URBANAS S.A, para poder garantizar que las medidas se hagan con precisión y que lo que este consignado en los planos se reproduzca de manera conforme en los elementos construidos en obra, ya sea en el área eléctrica, arquitectónica, hidráulica, sanitaria o estructural.

Para la revisión de flexómetros se lleva a cabo mediante un formato como se muestra en el Apéndice F.



Figura 21. Marquilla para revisión de flexómetros.

6. Conclusiones

- Al realizar la impermeabilización del tanque y hacer las respectivas pruebas de estanqueidad se encuentra que el producto Sika Top 107 es adecuado para hacer la impermeabilización del tanque de almacenamiento de agua potable que va a abastecer los apartamentos de la obra MONTSERRAT.
- Las pruebas de resistencia a compresión en morteros de piso permiten corregir errores en la dosificación del mortero para nivelación de piso y lograr que se cumplan las especificaciones de la obra para una resistencia de 2000 psi.
- La verificación de manómetros permite hacer un control del correcto funcionamiento de los manómetros del contratista encargado de hacer la instalación de tubería PE-AL-PE y HG en apartamentos, lo que garantiza resultados confiables en la prueba de hermeticidad.
- La realización de ensayos y el registro de los resultados es de vital importancia para llevar trazabilidad en el cumplimiento del sistema de gestión de calidad de los proyectos y de esta forma garantizar la confiabilidad de los procesos ejecutados durante la construcción.

7. Recomendaciones

- Para un adecuado uso del Sika top Seal 107 es importante hacer un resane de corbatas adecuado para que la aplicación del producto no presente fallas, ocasionando filtraciones.
- Es importante realizar pruebas de mortero tanto para el mezclado en obra como el que viene preparado para pisos, frisos y pega de mampostería para llevar una trazabilidad de la resistencia a la compresión y poder corregir errores en la dosificación de la mezcla y escoger el proveedor más adecuado que cumpla con las especificaciones de la obra.

- Para obtener especímenes de mortero es válido agregar una dosis de agua necesaria para aumentar la fluidez y lograr una mezcla homogénea entre arena y cemento, ya que la resistencia no se afecta, se hace para obtener una adecuada compactación del mortero en el cilindro. Esto se hace en el caso del mortero de piso ya que la fluidez es menor que el mortero empleado en pega de mampostería y friso. El ensayo de resistencia de compresión de los morteros se debe hacer siguiendo las recomendaciones de la NTC 3546.

Referencias Bibliográficas

- Antillom, J. (04 de Enero de 2016). *Construcción y tecnología en concreto*. Obtenido de <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/contenido/voz-del-experto/561-uso-de-fibras-en-el-concreto>.
- Escuela Europea de Excelencia. (06 de Marzo de 2018). *Nueva ISO 9001:2015*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/03/plan-de-calidad-procesos/>
- Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE). (15 de Diciembre de 2007). *Construcción de planta de tratamiento para potabilización de agua*. Obtenido de <https://www.fonade.gov.co/geotec/SuperPRO/InformeFotograficoA.ashx?Proyecto=2052565&Convenio=194048>.
- Holcim. (25 de 01 de 2018). *curva de desempeño del concreto*. Obtenido de <https://www.holcim.com.co>.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC). (2001). NTC 1420. Manómetros Tipo Bourdon. Dimensiones, Requisitos Y Ensayos. Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de 2001.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC). (2004). NTC 1500. Código Colombiano de Fontenería. BOGOTA D.C, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC). (2006). NTC 2505. Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales. Bogotá, D.C, Colombia.
- José, M. R. (03 de marzo de 2010). *Sistemas de Gestión de la Calidad*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/sistemas-gestion-calidad/>

METROGAS. (s.f.). *Pruebas de presión*. Recuperado el 02 de JULIO de 2018, de http://www.metrogas.cl/industria/asesoria_tecnica_3.3

RS Formaleta Metálica Ltda. (2014). *Manual de montaje*. Obtenido de http://www.rsformaletametalia.com.co/_website/manual.html.

Sika. (Enero de 2015). *Manual de productos*. Obtenido de <https://col.sika.com/es/productos/doc2new/document3.html>.

Silva, O. J. (20 de Octubre de 2016). *Construcción de tanques de almacenamiento y pozos eyectores en edificaciones*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/construccion-tanques-almacenamiento-pozos-eyectores-edificaciones/>

URBANAS S.A. (2016). *Montserrat*. Obtenido de <http://www.urbanas.com/montserrat>.

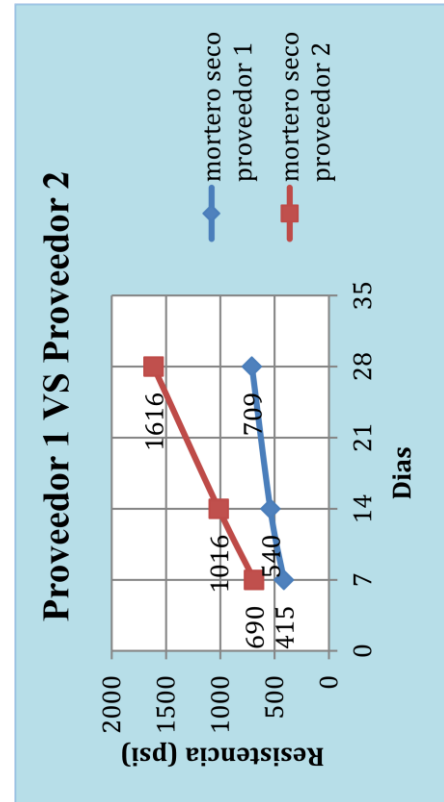
URBANAS S.A. (s.f.). *Quienes Somos*. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de <http://www.urbanas.com/secciones-24-s/quienes-somos.htm>

Apéndices

Apéndice A. Comparación de morteros seco de diferentes proveedores

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DE MORTERO SECO A LOS 7, 14 Y 28 DIAS

Muestra	Elemento	Descripción	Cilindros	D	Fecha Tomada	Resistencia esperada (psi)	Fecha de Ensayo			Resultados de ensayo y porcentaje de resistencia esperada					
							7 Días	14 Días	28 Días	7 días	14 Días	28 Días			
S13	MURO	MORTERO PROVEEDOR 1	3	3"	15-Feb-18	1066	22-Feb-18	1-Mar-18	15-Mar-18	39%	415	51%	540	67%	709
					21-Mar-18		28-Mar-18	4-Apr-18	65%	690	95%	1016	152%	1616	
S20	MURO	MORTERO PROVEEDOR 2	3	3"	21-Mar-18	1066	28-Mar-18	4-Apr-18	18-Apr-18	65%	690	95%	1016	152%	1616



Apéndice B. Registro de Resultados de Resistencia a Compresión.

Muestra		Elemento	Descripción	Cilindros	Sección	Fecha Toma	RESISTENCIA ESPERADA		Fecha de Ensayo				7 Dias	14 Dias	100%	28 Dias
							(Psi)	DMS	7	14	28	64%				
TOMA DE CILINDROS																
0	MURO	MORTERO TORRE1 PISO18	1	3"	15-Jul-17	1066	28	22-Jul-17	29-Jul-17	12-Aug-17						
S9	PISO	MORTERO DE PISO7 APTO.304	2	3"	12-Dec-17	2000	28	19-Dec-17	26-Dec-17	9-Jan-18		70%	1402		192%	2048
S15	PISO	MORTERO DE PISO11 APTO.201.	3	3"	20-Feb-18	2000	28	27-Feb-18	6-Mar-18	20-Mar-18	2022	119%	2386		166%	3322
S16	PISO	MORTERO DE PISO11 APTO.401	2	3"	2-Mar-18	2000	28	9-Mar-18	16-Mar-18	30-Mar-18		75%	1505		107%	2134
S17	PISO	MORTERO DE PUNTO FLO DE T2	2	3"	2-Mar-18	2000	28	9-Mar-18	16-Mar-18	30-Mar-18		61%	1217		83%	1658
S18	PISO	MORTERO DE PISO DE LA CUBIERTA T2	2	3"	13-Mar-18	2000	28	20-Mar-18	27-Mar-18	10-Apr-18		139%	2789		162%	3239
S19	PISO	MORTERO DE PISO11 APTO.604	2	3"	13-Mar-18	2000	28	20-Mar-18	27-Mar-18	10-Apr-18		93%	1859		122%	2431
S21	PISO	MORTERO DE PISO11 APTO.1803	2	3"	6-Apr-18	2000	28	13-Apr-18	20-Apr-18	4-May-18		122%	2437		157%	3134
S22	PISO	MORTERO DE PISO12 APTO.1902	2	3"	6-Apr-18	2000	28	13-Apr-18	20-Apr-18	4-May-18		109%	2182		146%	2979
S23	PISO	MORTERO DE PISO11 APTO.1601	2	3"	13-Jun-18	2000	28	20-Jun-18	27-Jun-18	11-Jul-18		67%	1348		70%	1409



OBRA: MONTSERRAT



Apéndice C. Rendimiento de la cuadrilla de Nivelación de piso, para un espesor promedio de 5 [cm].

CÁLCULO DE RENDIMIENTO										
APTO	FECHA INICIO ACTIVIDAD	CUADRILLA	HORA INICIO	HORA FIN	DESCUENTO (HORA)	TIEMPO		AREA (M2)	REND. (M2/DIA)	
						EJECUCION HORAS	ACT DIA = 9 HORAS			
204 T1	27-Feb-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	7:30	16:20	0:30	1:00	7.33	0.81	90.86	111.51
501 T1	8-Mar-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	7:30	16:00	0:30	1:00	7.00	0.78	90.86	116.82
502 T1	9-Mar-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	7:50	16:10	0:30	1:00	6.83	0.76	86.25	113.60
1901 T1	4-Apr-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	7:50	16:35	0:30	1:00	7.25	0.81	90.86	112.79
1902 T2	6-Apr-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	8:20	17:15	0:30	1:00	7.42	0.82	90.86	110.26
1802 T2	13-Apr-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	8:14	17:00	0:30	1:00	7.27	0.81	90.86	112.53
1904 T2	16-Apr-18	1 OFICIAL+2 AYUDANTES	8:15	16:30	0:30	1:00	6.75	0.75	86.25	115.00
PROM									113.22	

Apéndice D. Registro de resultados de ensayos de concreto.

URBANAS		MONTSERRAT		CASAS		APARTAMENTOS		URBANISMO		VERSION	CTEFO-6												
PROVEEDOR: HOLCIM										5													
ELABORÓ: SERGIO ARMANDO FLOREZ GARCIA-AUXO										FIRMA													
Mes/a	Elemento	Cilindros	Fecha Toma	Tipo	RESISTENCIA LABORADA					RESISTENCIA			Observaciones	ACCION TOMADA	V6 S6								
					Asentamiento	(Pa)	DMS	3	7	14	28	56				65%	3 Dias	64%	7 Dias	77%	14 Dias	100%	28 Dias
MTS 415	OMENTACION	8	17-Jan	X	6 1/2	4000	28	20-Jan	24-Jan	31-Jan	14-Feb	14-Mar	0%	76%	3106	86%	3,825	114%	4,542	OK			
MTS 416	ANIEPISO	6	19-Jan	X	5	4000	28	22-Jan	26-Jan	2-Feb	16-Feb	16-Mar	0%	0%		103%	4,113	129%	5,160	OK			
MTS 417	PANTALLAS + COLUMNAS	8	19-Jan	X	4 1/2	4000	28	22-Jan	26-Jan	2-Feb	16-Feb	16-Mar	0%	77%	3092	86%	3,932	129%	5,169	OK			
MTS 418	PANTALLAS + COLUMNAS	8	24-Jan	X	6 1/2	4000	28	27-Jan	31-Jan	7-Feb	21-Feb	21-Mar	0%	76%	3148	87%	3,871	121%	4,831	OK			
MTS 419	ANIEPISO	6	26-Jan	X	4	3000	28	29-Jan	2-Feb	9-Feb	23-Feb	23-Mar	0%	88%	2827	0%		134%	4,013	OK			
MTS 420	OMENTACION	8	26-Jan	X	4	4000	28	29-Jan	2-Feb	9-Feb	23-Feb	23-Mar	0%	94%	3769	121%	4,851	133%	5,317	OK			
MTS 421	OMENTACION + PANTALLAS	8	26-Jan	X	5	4000	28	29-Jan	2-Feb	9-Feb	23-Feb	23-Mar	0%	81%	3242	105%	4,219	128%	5,111	OK			
MTS 422	OMENTACION	8	26-Jan	X	5 1/2	4000	28	29-Jan	2-Feb	9-Feb	23-Feb	23-Mar	0%	86%	3444	102%	4,083	125%	4,999	OK			
MTS 423	ANIEPISO	6	31-Jan	X	-	3000	28	3-Feb	7-Feb	14-Feb	28-Feb	28-Mar	0%	11%	324	0%		27%	799	ENVIAR 56 DMS. OK SENSAYO	4	936	31%
													0%	12%	356	0%		25%	758			970	32%

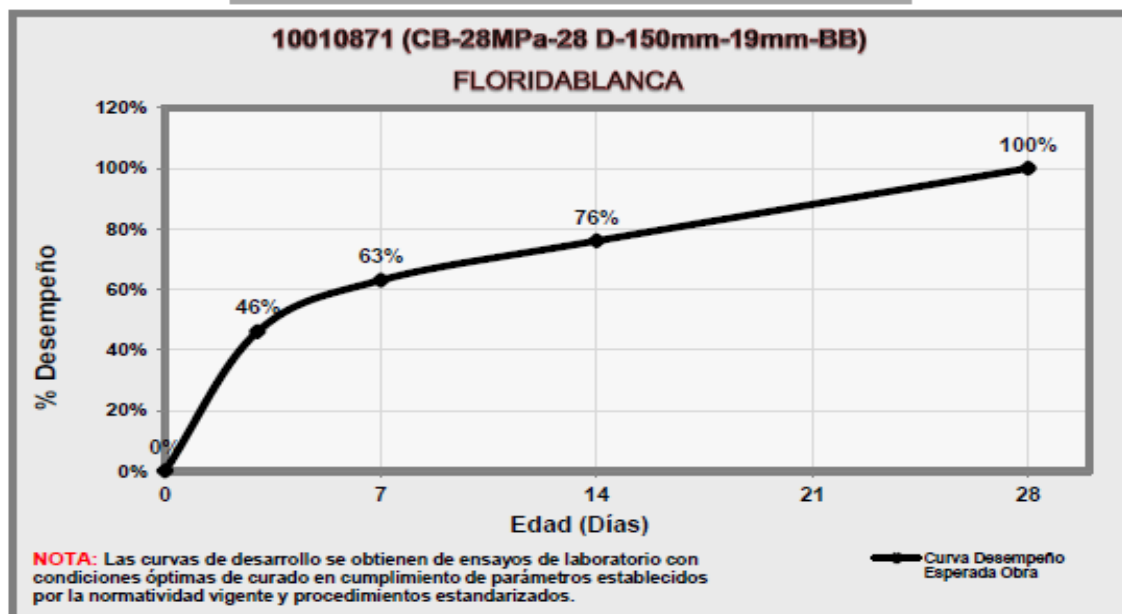
Apéndice E. Curva de desarrollo de concreto para evaluar el avance de la resistencia la compresión de cilindros de concreto.



Curva Desarrollo de Concreto

Planta: FLORIDABLANCA
 Torre: KFLK
 Código: 10010871
 Descripción: CB-28MPa-28 D-150mm-19mm-BB
 Fecha: martes, 13 de septiembre de 2016
 Periodo: Junio 2016

Edad	Planta	f'c Esperada Obra
0		0%
3		46%
7		63%
14		76%
28		100%



Alex Vera
 Realizó

Carlos Trujillo
 Revisó

Apéndice F. Listado de verificación de flexómetro.

URBANAS S.A.		LISTADO DE VERIFICACIÓN DE FLEXÓMETROS		CÓDIGO VERSIÓN HOJA		CTR-FO-30	
				2		1 de 1	
Proyecto: Montserrat P. Montserrat		Montserrat Montserrat		Hoja 10			
Nº	FECHA	RESPONSABLE	CARGO	MARCA	OBSERVACIONES		
1	12-ene-18	Yimer Carrero	Alma	Stanley	OK		
2	13-marzo-18	Nelson Angarita	Steinle/Micul	Wutkin	OK		
3	13-mar-18	Luis Manrique	Oficial	Wutkin	Levement oxidado en border		
4	13-mar-18	Ronald Bayona	Oficial	Wutkin	Esta por cambiar → Decomisado		
5	13-mar-18	Javi Torres	Oficial	Collins	OK		
6	13-mar-18	Edwin Palomino	Oficial	Flexo	OK		
7	13-mar-18	Ruben Dario Lozano	Oficial	Security	Cambiar → (Decomisado)		
8	13-mar-18	Paulino Matin	Oficial	Security	OK		
9	13-mar-18	Jhon Jairo Jaimez	Ayudant	umiglex	OK		
10	13-mar-18	Dario Gutierrez	Oficial	Wutkin	OK		
11	13-mar-18	Macarena Gomez	Oficial	Stanley	OK		
12	13-mar-18	Yelson Parra	Oficial	Wutkin	Cambiar → (Decomisado)		
13	13-mar-18	Despaciano Jimenez	Oficial	Wutkin	OK		
14	13-mar-18	Fencisco Batista	Oficial	Wutkin	OK		
15	13-mar-18	Alvaro Reina	Ayuda	Wutkin	Cambiar → (Decomisado)		
16	13-mar-18	Henry Alvarado Feitez	Ayudanti	(ctm	OK		
17							
18							
19							
20							

NOTA: La verificación de los flexómetros se debe realizar según lo establecido en el Programa de Control de Calidad de la Obra. Ver Anexo 2 del Plan de Calidad CTR-FO-04-A2. Se recomienda realizar esta verificación bimensualmente.