

**ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CONTROL DE
CALIDAD OBRA CASA PUYANA.**

**” EVALUACION Y DISPOSICION FINAL DEL SISTEMA DE
ALIGERAMIENTO PARA PLACA EN POLIESTIRENO EXPANDIBLE”**

HARVIN ADOLFO TOLOZA OJEDA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA, 2011**

ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD OBRA CASA PUYANA.

” EVALUACION Y DISPOSICION FINAL DEL SISTEMA DE ALIGERAMIENTO PARA PLACA EN POLIESTIRENO EXPANDIBLE”

HARVIN ADOLFO TOLOZA OJEDA

Trabajo realizando en la modalidad de práctica empresarial

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO

Hebenly Celis Leguizamo

Ingeniera Civil, M. Sc.

DIRECTOR DE LA PRÁCTICA

Julián Mora Chávez

Ing. Civil

Director de interventoría y control de costos URBANAS S.A

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA, 2011**

A Dios por darme vida, fortaleza, sabiduría y continuidad en mis proyectos; a mis padres, Irma y Adolfo, por su constante apoyo y por creer en mí; a mis hermanas, Karoline y Estefany, por su compañía y convertirse en una razón más para cumplir mis metas; a Laurita quien con su sonrisa y compañía han alegrado esos días grises; a mis amigos y compañeros por su apoyo siempre durante todos estos años de formación, por su compañía en las noches de estudio y su presencia en las buenas y malas experiencias

Harwin Adolfo Foloza Ojeda

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial me gustaría agradecer particularmente a las siguientes Personas:

A mis padres y hermanas quienes a pesar de las adversidades siempre estuvieron para apoyarme y creer en mí.

A la Ingeniera Hebenly Celis Leguizamo por aceptar dirigir esta práctica y por brindarme su tiempo y conocimiento en la consecución de esta meta.

A Laura Vargas por colaborarme física y sentimentalmente en esta etapa de mi carrera.

A mis amigos y compañeros con los cuales compartí risas, tristezas y largas jornadas de estudios que hoy tienen su fruto.

Por último, pero no menos importante, al grupo de trabajo de la Obra Casa Puyana conformado por los Ingenieros Julián Mora, Ingrid Cagua, Carlos Santamaría, Hugo Mejía y Emilio Rueda, a la arquitecta Magda Roncancio, al señor Antonio Moreno, al señor Alejandro Hernández y a la señorita Mayelid Sánchez, quienes además de brindarme su amistad compartieron conmigo toda su experiencia y conocimiento, contribuyendo enormemente con mi formación como profesional.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	15
1. INFORMACION DE LA EMPRESA.....	16
1.1 RESEÑA HISTORICA.....	16
1.2 MISION	19
1.3 VISION.....	19
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	19
1.5 PRINCIPALES PROYECTOS	21
1.6 POLITICAS DE CALIDAD	22
1.7 OBJETIVOS DE CALIDAD.....	22
2. INFORMACION DEL PROYECTO	23
2.1 TIPOS DE APARTAMENTO	24
2.2 ESPECIFICACIONES GENERALES.....	33
2.2.1 Cimientos.....	33
2.2.2 Mampostería.....	34
2.2.3 Pañetes	34
2.2.4 Estructura	34
2.2.5 Pisos.....	34
2.2.6 Instalaciones hidrosanitarias.....	34
2.2.7 Instalaciones de gas	35
2.2.8 Instalaciones eléctricas.....	35
2.2.9 Pintura	35
2.2.10 Redes de acueducto.....	36
2.2.11 Redes de alcantarillado	36
2.2.12 Redes eléctricas	36
3. CONTROL DE CALIDAD.....	37
3.1 CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO	37
3.1.1 Identificación de las características del concreto recibido	37
3.1.2 Toma de muestra de concreto fresco.....	38
3.1.3 Determinación del asentamiento del concreto	39
3.1.4 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.....	42
3.1.5 Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.....	49
3.2 CONTROL DE CALIDAD EN MAMPOSTERIA	52

3.2.1 Muestreo.....	52
3.2.1 Numero de especímenes	52
3.2.3 Identificación.....	53
3.2.4 Determinación de la masa	53
3.2.5 Absorción de agua.....	54
3.3 CONTROL DE CALIDAD AL ACERO.....	57
3.3.1 Barras de acero corrugado	57
3.3.2 Mallas de acero Electrosoldada	60
3.4 CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACIONES SANITARIAS	63
3.4.1 Procedimiento.....	63
3.5 CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACIONES HIDRAULICAS.....	65
3.5.1 Procedimiento.....	65
3.6 CONTROL DE CALIDAD RED DE GAS.....	66
3.7 CONTROL DE FLEXOMETROS	68
3.8 CONTROL DE CALIDAD DE PLANOS EN OBRA	69
3.8.1 Control maestro de planos	70
3.8.2 Formato de control.....	70
4. ALIGERAMIENTO PARA PLACA EN POLIESTIRENO EXPANDIDO	71
4.1 POLIESTIRENO ESPANDIDO	71
4.1.1 Propiedades y características del poliestireno expandido	71
4.2 ANTECEDENTES HISTORICOS	76
4.2.1 Placas con piezas de aligeramiento en poliestireno expandido (EPS)	76
4.3 CASETÓN DE POLIESTIRENO.....	77
4.3.1 Propiedades casetón de poliestireno	78
4.3.2 Ventajas del sistema de casetón en poliestireno expandido	79
4.3.3 Desventajas del sistema de casetón en poliestireno expandido.....	87
4.4 DISPOSICIÓN FINAL DEL CASETÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO - EPS	88
4.4.1 Reciclado del EPS	88
5. CONCLUSIONES	93
BIBLIOGRAFIA.....	95
ANEXOS	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fachada.....	23
Figura 2. Isométrica apartamento 05	25
Figura 3. Planta apartamento 04.....	26
Figura 4. Planta apartamento 03.....	27
Figura 5. Apartamento 01 nivel inferior piso 15.....	28
Figura 6. Apartamento 01 nivel superior piso 16.....	28
Figura 7. Apartamento 06 nivel inferior piso 15.....	29
Figura 8. Apartamento 06 nivel superior piso 16.....	29
Figura 9. Planta de apartamentos piso 2	30
Figura 10. Planta de apartamentos piso tipo.....	30
Figura 11. Fachada.....	31
Figura 12. Planta zona social piso 16	32
Figura 13. Planta salón social, gimnasio y parqueaderos	33
Figura 14. Recibo de concreto	38
Figura 15. Toma de muestra.....	39
Figura 16. Compactación primera capa	41
Figura 17. Ultima capa.....	41
Figura 18. Compactación última capa.....	41
Figura 19. Retiro de cono	41
Figura 20. Medición del asentamiento	42
Figura 21. Molde cilíndrico.....	43
Figura 22. Numero de cilindros placa.....	44
Figura 23. Numero de cilindros columna.....	44
Figura 24. Compactación.....	45
Figura 25. Compactación.....	45
Figura 26. Golpes	46
Figura 27. Golpes	46
Figura 28. Cilindros antes del acabado final	46
Figura 29. Cilindros acabado final.....	47
Figura 30. Identificación del cilindro	47
Figura 31. Maquina donde se realiza el ensayo	49
Figura 32. Peso del cilindro	50
Figura 33. Realización de ensayo.....	50
Figura 34. Resultados concreto de 4000 psi	51
Figura 36. Número de muestras	52
Figura 37. Identificación.....	53
Figura 38. Secado	53
Figura 39. Pesaje.....	55
Figura 40. Inmersión.....	56
Figura 41. Muestras de acero	58
Figura 42. Grafico de fluencia.....	59
Figura 43. Sistema sanitario	64
Figura 44. Sistema sanitario 2	65
Figura 45. Bomba de llenado.....	66
Figura 46. Manómetro	66

Figura 47. Llenado de las tuberías con aire	67
Figura 48. Verificación de la presión en los manómetros	68
Figura 49. Flexómetros	69
Figura 50. Flexómetro mal estado	69
Figura 51. Flexómetro buen estado	69
Figura 52. Listado maestro de planos	70
Figura 53. Propiedades mecánicas en función de la densidad aparente	72
Figura 54. Conductividad térmica vs densidad aparente	73
Figura 55. Casetón de Poliestireno expandido.....	78
Figura 56. Corte y arreglo de casetón según medidas de la placa	80
Figura 57. Placa lista con Casetón de poliestireno	81
Figura 58. Limpieza en el área de trabajo con casetón de poliestireno	82
Figura 59. Colocación de casetón de poliestireno expandido	83
Figura 60. Transporte de casetón de poliestireno	84
Figura 61. Vista de casetón instalado bajo placa	85
Figura 62. Acabado de placa con casetón de poliestireno	86
Figura 63. Botadero de casetón de poliestireno en lote URBANAS S.A.....	87
Figura 64. Desaseo en el sitio de trabajo	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 2. Numero de cilindros por elemento estructural	44
Tabla 3. Resultado ensayo de absorción espécimen MCP 84	56
Tabla 4. Requisitos de tracción.....	58
Tabla 5. Tabla de resultado de requisitos	59
Tabla 6. Resultado ensayo a tracción	60
Tabla 7. Resultado ensayo a tracción	62
Tabla 8. Presiones para el ensayo de hermeticidad.....	67
Tabla 9. Propiedades químicas del poliestireno expandido.....	75
Tabla 10. Propiedades Físicas del poliestireno expandido según su densidad	78
Tabla 11. Procesos y productos del reciclado químico del poliestireno expandido	91

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. curva de evolución del concreto.....	97
Anexo 2. Formato de calidad prueba de estanqueidad	98
Anexo 3. Formato de calidad control de redes hidráulicas internas	99
Anexo 4. Formato de calidad control de gas internas	100
Anexo 5. Formato de control de planos	101

RESUMEN

TÍTULO: ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD OBRA CASA PUYANA. ” EVALUACION Y DISPOSICION FINAL DEL SISTEMA DE ALIGERAMIENTO PARA PLACA EN POLIESTIRENO EXPANDIBLE”.*

AUTOR:

HARVIN ADOLFO TOLOZA OJEDA**

PALABRAS CLAVES: Control de calidad, Poliestireno expandido, aligeramiento para placa, disposición final

DESCRIPCIÓN:

El objetivo principal de este documento es mostrar por medio de un registro fotográfico, algunos procedimientos teóricos, prácticos y breves comentarios, las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial y que hacen parte del desarrollo y soporte del plan de control de calidad de la obra Casa Puyana, además se anexan algunos formatos utilizados para dicho control así como graficas que son el resultado de algunos de los ensayos realizados, todo lo anterior con el fin de crear una guía que permita el desarrollo de dichas actividades de control de calidad en obra.

Como aporte a la obra se realizó una evaluación del sistema de aligeramiento para placa en poliestireno expandido, ya que este sistema se ha comenzado a utilizar en las obras de estructura tradicional realizadas por la empresa. En esta evaluación se incluyeron las ventajas del sistema, sus desventajas y su disposición final, la cual se había convertido en su desventaja y en un problema visible durante la terminación de la fase de estructura. Esta evaluación se realizó de forma cualitativa en base a la información suministrada por algunos proveedores de dicho sistema de aligeramiento, y teniendo en cuenta la experiencia que se tuvo en la utilización del sistema durante la realización de la práctica empresarial.

* Proyecto de grado, Modalidad práctica empresarial.

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas, escuela de ingeniería civil.
Directora del proyecto Ing. Hebenly Celis Leguizamo. Codirector del proyecto Ing. Julián Mora.

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL-ADMINISTRATIVE ASSISTANCE FOR QUALITY CONTROL IN THE CONSTRUCTION SITE CASA PUYANA. “EVALUATION AND FINAL DISPOSITION OF THE LIGHTWEIGHT SYSTEM FOR AN EXPANDABLE POLYSTYRENE SLAB”*

AUTHOR:

HARVIN ADOLFO TOLOZA OJEDA**

KEYWORDS: Model, expansive clay, plastic soil, laboratory, samples, expansion, behavior, foundation.

DESCRIPTION:

The main purpose of this document is to show through a photographic registry some theoretical and practical procedures and brief commentaries, the activities done during the professional practice that are involved and support the development of the quality control plan of Casa Puyana construction site . Special formats used for this control are attached, as well as some graphics that show the results of the conducted tests. All of the above-mentioned is in order to help to create a guide that allows the development of said quality control activities.

As a contribution for the construction site, an evaluation of the lightweight system in an expandable polystyrene slab evaluation was performed, due to the increasing use of this system in the traditional construction sites done by the company URBANAS S.A. In this evaluation, the advantages, disadvantages, and final disposition, which ended up being a disadvantage and a visible problem during the end of the structural stage in the construction site, were included and analysed. This evaluation was performed in a qualitative nature based on the information given by some providers of the said system mentioned, and based on the experience acquired of the use of the system during the professional practice.

* Trabajo de grado.

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas, escuela de ingeniería civil.
Directora del proyecto Ing. Hebenly Celis Leguizamo. Codirector del proyecto Ing. Julián Mora.

INTRODUCCION

El control de calidad es una herramienta que nos permite supervisar los respectivos procesos y actividades que se llevan a cabo en una obra, esto es muy importante ya que el objetivo final es entregar productos de alta calidad, lo cual no podría ser posible si no se controla tanto la calidad de los materiales como la calidad de los procesos constructivos que son necesarios para desarrollar dicho producto.

Este documento muestra los procesos y ensayos que se llevaron a cabo durante esta práctica empresarial dándole cumplimiento al respectivo plan de calidad. Estos procesos se llevaron a cabo siguiendo los procedimientos y las recomendaciones dadas por las normas técnicas colombianas así como también siguiendo las normas del sistema de gestión de calidad de la empresa. Lo que se pretende es mostrar por medio de un registro fotográfico y una serie de procedimientos teóricos, una guía para el desarrollo de las actividades expuestas.

También se muestra un análisis del sistema de aligeramiento para placa en poliestireno expandible, ya que este sistema está siendo utilizado por la empresa con muy buenos resultados tanto en rendimiento como en economía. Se hace énfasis en sus ventajas, desventajas y disposición final ya que no se conocía que se debía hacer con al final de su vida útil.

1. INFORMACION DE LA EMPRESA

1.1 RESEÑA HISTORICA

En el año 1923 el señor Alejandro Puyana Martínez conformó en compañía de hermanos y cuñados la firma Sucesores de David Puyana S.A. una de las más antiguas sociedades anónimas fundadas en Santander.

Una de sus primeras obras fue la construcción, en tierra, de la hoy carrera 27 desde el "Parque de los Niños", esquina con la calle 32 hasta la "Puerta del Sol" carrera 15, construcción del "Acueducto Puyana" con aguas de la Quebrada de la Iglesia, para alimentar el "Barrio Puyana" .

Después de varias administraciones, en febrero de 1946 Don Alfredo Peña Puyana, entregó a Sucesores de David Puyana en liquidación desde 1.940, a Armando Puyana. Este inició la construcción de la calle 42 con servicios de alcantarillado, acueducto y sardineles.

La construcción de la Urbanización "Cabecera del Llano", se proyectó entre el 46 y el 49 año en que se constituyó **Urbanizadora David Puyana S.A., "Urbanas"** - con los activos y pasivos de Sucesores y los mismos socios.

Se iniciaron proyectos de vivienda en San Pío X y calle 56, casas en el barrio Terrazas, urbanismos en Campo hermoso, donde posteriormente se desarrollaron viviendas económicas.

En 1.964 se adquirieron y urbanizaron la mayor parte de los terrenos que el Club Campestre poseía sobre la carrera 33 de calle 49 a 56 También se inició la urbanización de Pan de Azúcar, en la que predominó la construcción de nivel alto.¹

Al adquirir Urbanas los terrenos de Cañaveral ubicados al occidente del antiguo "Lago de Florida", se tomó la decisión de participar en la contratación oficial

¹ URBANAS S.A. Manual de calidad. 2010. Versión 11

para lograr la construcción de la autopista Bucaramanga Florida blanca, así como la vía Palenque Café Madrid.

Hace ya 25 años se inició la construcción de la primera etapa del "Centro Comercial Cabecera", y simultáneamente se inicia el desarrollo de Cañaveral. Posteriormente en "Cabecera" se desarrollaron las etapas II a IV todas con pleno éxito. El desarrollo del Centro Comercial Cañaveral fue más lento pero para 1.993 se puede considerar en un 80% de su desarrollo.

En terrenos del antiguo "Tejar Moderno" se desarrollaron cuatro programas de vivienda, se han cedido terrenos para el templo y construcción del estadio de Atletismo Luís Enrique Figueroa y el Centro de Ciencia y Tecnología de Bucaramanga.

En Cañaveral se han desarrollado varios proyectos de vivienda media alta. Se desarrolló el Urbanismo del Barrio Parque de Cañaveral, frente a las canchas de golf del Club Campestre. En 1998 se construyó el primer conjunto de 140 viviendas denominado Álamos Parque y en cabecera proyectos de gran altura como Casa Hacienda.

Dentro de los diversos proyectos urbanísticos desarrollados por la compañía se encuentra el proyecto internacional de Ruitoque Condominio, conjunto residencial de gran extensión con una inigualable infraestructura de servicios, que ofrece una gran calidad de vida con la mayor seguridad. Este condominio incluye: Club de Golf, Tenis, Squash, Marina a Vela, hípica recreativa y en proceso un Resort Hotel con habitaciones, suites y cabañas. Complejos similares en el resto del planeta; actualmente en este proyecto habitan más de quinientas familias.²

Dentro del condominio se encuentra Ruitoque Golf Country Club, con un campo de golf de 18 hoyos diseñada por Nicklaus Desing y construida por Jerry Pierman, con campo de práctica y campo ejecutivo de 6 hoyos iluminados, sede náutica para actividades de vela y remo, pesca y restaurante, sede de tenis con cancha en polvo de ladrillo y sintética, cancha de squash, canchas

² Ibíd.,p. 5.

múltiples y de voleyball de playa, piscinas, club de niños y un magnífico gimnasio, vertieres, bar y restaurantes.

Uno de los retos para el desarrollo de Ruitoque Condominio, fue el de cómo dotarlo con servicios públicos. La magnitud del proyecto, su localización fuera del perímetro de servicio del AMB y de la CDMB, para el servicio de alcantarillado eran obstáculos para su desarrollo.

En el año 94, se crea la Ley 142, la cual permitió a los particulares la prestación de servicios públicos y es este hecho el que da paso a la constitución de la sociedad y vía libre a la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en Ruitoque Condominio.

La empresa creada inicialmente con ese fin, pero con un objeto social amplio que le permite la prestación de servicios de servicios públicos sin restricciones geográficas hoy en el 2.007, se apronta para la prestación de los servicios en el Valle de Menzulí, Mesa de Ruitoque, Ruitoque bajo y costado oriental del anillo vial, además de su posible participación en la operación de acueductos municipales.

En los últimos años se ha construido para la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la Facultad de Medicina, el Campus Polideportivo de Terrazas, y el Edificio de Ingenierías; además se han desarrollado proyectos de alto impacto como Jardines del campestre, Mirador del Valle, Altos del Valle, Parque Central, Casa de don David, Hacienda Mayor, Iroka, Arawak y bodegas como Provincia de Soto.³

³ Ibid.,p.6.

1.2 MISIÓN

Urbanas S.A basa su modelo de negocio en el desarrollo de ciudades a mediano y largo plazo a través del ofrecimiento de una diversa gama de productos urbanísticos, inmobiliarios e institucionales, destacados por su confort y funcionabilidad. Para ello, garantiza la calidad en su proceso constructivo, ofrece generosos espacios y servicios complementarios en todos sus proyectos y brinda un excelente servicio posventa, buscando siempre la más alta valorización de la inversión hecha por nuestros clientes.

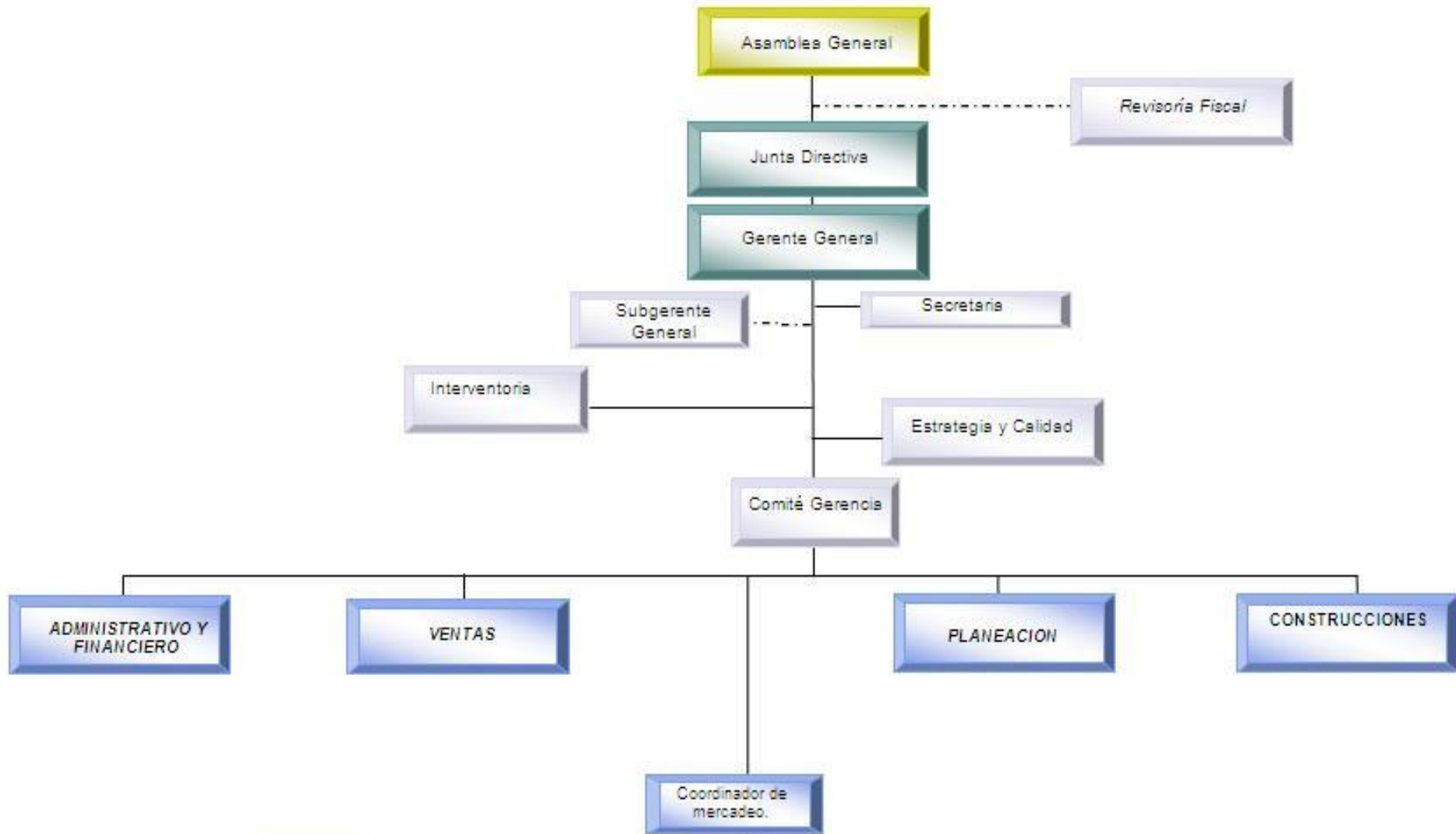
1.3 VISIÓN

Al 2020 URBANAS S.A estará consolidada como una de las cinco primeras empresas constructoras más rentables en el país y abrirá mercados en América Latina; desarrollará importantes proyectos a través de alianzas estratégicas, potencializará sus habilidades gerenciales, accederá a nuevos mecanismos de financiación y especializará sus productos para lograr gran impacto urbanístico en sus zonas de influencia.⁴

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

⁴ Ídem

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



1.5 PRINCIPALES PROYECTOS

- **Urbanismo:** en los barrios Sotomayor, Puyana y Cabecera de Llano, incluyendo obras viales como la carrera 27 entre la Puerta del Sol y Parque de los Niños, carrera 33 entre calles 56 y 34. Parte de la urbanización de Pan de Azúcar, Cañaveral, Tejar Moderno, la urbanización industrial de Chimitá y la autopista Bucaramanga-Floridablanca.
- **Vivienda de Interés Social:** Barrio Campo Hermoso, El Poblado, El Rincón de Girón, Pan de Azúcar bajo, y diversos programas con el instituto de Crédito Territorial.
- **Multifamiliares: Cabecera I, II, III etapas, Villa del Sol, Los Viñedos, Torres de Cañaveral I, II, Unidad Residencial Cabecera del Llano, Casa Hacienda, Parque Central, Arawak, Iroka, Hacienda Mayor, Casa de Don David 1 y 2, Sotomayor, Tamacá, Tayrona, entre otros.**
- **Construcciones a terceros:** Universidad Autónoma de Bucaramanga Campus del Jardín, Polideportivo del barrio Terrazas, Facultad de medicina. Universidad Santo Tomás Edificio 25 años, Instituto Caldas, Cenfer, Almacenes EL VIVERO de Bucaramanga y Cúcuta, Portal de Metrolínea, Planta de Hipinto.
- **Centros Comerciales y Almacenes Comerciales:** Centro Comercial Cabecera I, II, III, IV, V etapa, Centro Comercial Cañaveral, Almacenes LEY de Cabecera y Cañaveral.
- **Vivienda unifamiliar y multifamiliar:** Construcciones de hasta 5 pisos en los sectores anteriormente mencionados y en otras localidades de la ciudad.⁵

⁵ Ibid.,p.9

- **Ruitoque Condominio:** Proyecto a nivel internacional donde se desarrolla una de las mejores urbanizaciones del país y del mundo, ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga en una exclusiva zona campestre.

1.6 POLITICAS DE CALIDAD

URBANAS S.A. diseña, comercializa y construye edificaciones y obras de urbanismo, que cumplen los requisitos establecidos con el cliente, incluyendo los legales y reglamentarios, mediante el mejoramiento de sus procesos, el desarrollo de sus empleados y el compromiso de los contratistas y proveedores para asegurar la satisfacción de sus clientes.

1.7 OBJETIVOS DE CALIDAD

- Cumplir con la entrega de los productos de acuerdo a los requisitos establecidos con el cliente.
- Lograr el desarrollo de los proyectos de construcción en los tiempos programados, y según la utilidad estimada.
- Cumplir con el desarrollo del control de calidad por Obra.
- Obtener un alto desempeño por parte del recurso humano de la organización.
- Asegurar la calidad de los productos adquiridos y los servicios contratados⁶

⁶ Ibid.,p.13

2. INFORMACION DEL PROYECTO

Figura 1. Fachada



Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

El proyecto en el cual se va a desarrollar la práctica es el proyecto CASA PUYANA y para tener una idea del trabajo que se va a realizar es necesario conocer un poco del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de una edificación de vivienda multifamiliar con dos sótanos de parqueaderos planta baja para parqueaderos, áreas administrativas y de servicios, planta nivel cero para parqueaderos y áreas sociales, planta del primer piso para parqueaderos, segundo piso para 6 apartamentos, piso tipo del tercero al décimo cuarto⁷

⁷ URBANAS S.A., Plan de Calidad, CTR-FO-04, Bucaramanga Colombia, Versión 6.

para 6 apartamentos por piso, piso décimo quinto para 6 apartamentos 2 de ellos dúplex, piso décimo sexto para segundo nivel de los apartamentos dúplex, áreas sociales y recreativas, para un total de 84 apartamentos y un área total construida de 17.646.16 m².

Está Ubicado en la carrera 39 # 48-83 barrio cabecera del llano de Bucaramanga cuya estratificación es seis (6).⁸

2.1 TIPOS DE APARTAMENTO

En cuanto a la descripción de los apartamentos, existen 9 tipos:

Apartamento. Tipo A - Tiene un área de 99,95 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con un baño, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo A cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 01 en el nivel 2.

Apartamento. Tipo B - Tiene un área de 123,35 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con un baño, un baño social, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo B cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 02 y 05 del nivel 2 al 15.⁹

⁸ Ídem

⁹ Ídem

Figura 2. Isométrica apartamento 05



APARTAMENTO 05 - 123,35 m²

LOS PLANOS DE ESTA APRECIACION SON DIBUJOS ILLUSTRATIVOS Y POR TANTO PUEDEN PRESENTAR MODIFICACIONES.
ADEMAS CONTIENE ELEMENTOS DE APLICACION ESTETICA QUE SON INTERPRETACION DEL ARQUITECTO Y NO COMPROMETEN A LA SOCIEDAD PROMOTORA.
LA ASIGNACION PLANTERAS ES UNA REPRESENTACION A FUTURO Y DEPENDERA DEL MARQUEO QUE LE DE LA COPROPIEDAD.

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Apartamento. Tipo C - Tiene un área de 99,66 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con un baño, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo C cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 03 en el nivel 2.

Apartamento. Tipo D - Tiene un área de 129,88 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con un baño, un baño social, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, estudio, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo D cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 04 del nivel 2 al 15.¹⁰

¹⁰ Ídem

Figura 3. Planta apartamento 04



APARTAMENTO 04 - 129.90 m²

LOS PLANOS DE ESTA IMPRESION SON DIBUJOS ILUSTRATIVOS Y POR TANTO PUEDEN PRESENTAR MODIFICACIONES. ADEMAS CONTIENE ELEMENTOS DE APLICACION ESTETICA QUE SON INTERPRETACION DEL ARQUITECTO Y NO COMPROMETEN A LA SOCIEDAD PROMOTORA. LA ARBORIZACION PLANTEADA ES UNA REPRESENTACION A FUTURO Y DEPENDERA DEL MANEJO QUE LE DE LA COPROPIEDAD.

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Apartamento. Tipo E - Tiene un área de 129,90 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con un baño, un baño social, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, estudio, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo E cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 06 del nivel 2 al 14.

Apartamento. Tipo F - Tiene un área de 93,88 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con baño, sala comedor, terraza con balcón, estar de TV, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo F cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 01 del nivel 3 al 14¹¹

¹¹ Ibid.,p.3

Apartamento. Tipo G - Tiene un área de 91.27 m², y consta de alcoba principal con closet y baño, dos alcobas auxiliares con baño, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, zona de cocina y ropas; cada apto Tipo G cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 03 del nivel 3 al 15.

Figura 4. Planta apartamento 03



APARTAMENTO 03 - 91.27 m²

LOS PLANOS DE ESTA IMPRESION SON DIBUJOS ILUSTRATIVOS Y POR TANTO PUEDEN PRESENTAR MODIFICACIONES. ADEMAS CONTIENE ELEMENTOS DE APRECIACION ESTETICA QUE SON INTERPRETACION DEL ARTIFICE Y NO COMPROMETEN A LA SOCIEDAD PROMOTORA. LA ARBOREZACION PLANTADA ES UNA REPRESENTACION A FUTURO Y DEPENDERA DEL MANEJO QUE LE DE LA COPROPIEDAD.

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Apartamento. Tipo H - Tiene un área de 188,10 m², y consta de alcoba principal con closet, terraza y baño, dos alcobas auxiliares una con baño, un baño social, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, estudio, zona de cocina, ropas y alcoba de servicio con baño; cada apto Tipo H cuenta con dos parqueaderos privados asignados.

Este tipo de apto corresponde a los identificados como 01 en el nivel 15.¹²

¹² Ídem

Figura 5. Apartamento 01 nivel inferior piso 15



APARTAMENTO 01 - NIVEL INFERIOR

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Figura 6. Apartamento 01 nivel superior piso 16



APARTAMENTO 01 - NIVEL SUPERIOR

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Apartamento. Tipo I - Tiene un área de 238,83 m², y consta de alcoba principal con closet y baño con tina, tres alcobas auxiliares con un baño, un baño social, sala, comedor, terraza con balcón, estar de TV, estudio, zona de cocina, ropas y alcoba de servicio con baño; cada apto Tipo I cuenta con dos parqueaderos privados asignados. Este tipo de apto corresponde a los identificados como 06 en el nivel 15.¹³

Figura 7. Apartamento 06 nivel inferior piso 15



APARTAMENTO **06**- NIVEL INFERIOR

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Figura 8. Apartamento 06 nivel superior piso 16



APARTAMENTO **06**- NIVEL SUPERIOR

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

¹³ Ídem

Podemos observar los apartamentos faltantes (tipo A, tipo C y tipo F) en las siguientes dos vistas en planta)

Figura 9. Planta de apartamentos piso 2



Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

Figura 10. Planta de apartamentos piso tipo



Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

La fachada general del edificio irá en una combinación según diseño arquitectónico; su tono principal en fachada principal y posterior esta dado por el ladrillo Yomasa o similar, sus persianas y ventanas serán de color champagne 511 ó similar, en los lados laterales del edificio y a cada costado de las fachadas principal y posterior con un friso de pintura Koraza¹⁴

Figura 11. Fachada



Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

¹⁴ URBANAS S.A., Especificaciones Generales del proyecto, DIS-ES-01 Bucaramanga Colombia, Versión 4

Descripción Obras de Urbanismo Interno:

El edificio cuenta con salas de espera, administración, piscina con playa jacuzzi, baños turcos para hombres y mujeres, zona de BBQ, salón social, mesa de juegos, sala de lectura y gimnasio dotado.¹⁵

Figura 12. Planta zona social piso 16



PLANTA ZONA SOCIAL NIVEL 16

LOS PLANOS DE ESTA IMPRESION SON DIBUJOS ILUSTRATIVOS Y POR TANTO PUEDEN PRESENTAR MODIFICACIONES.
ADENAS CONTIENE ELEMENTOS DE APLICACION ESTETICA QUE SON INTERPRETACION DEL ARTISTE Y NO COMPROMETEN A LA SOCIEDAD PROMOTORA.
LA ARBORIZACION PLANTADA ES UNA REPRESENTACION A FUTURO Y DEPENDERA DEL MANEJO QUE LE DE LA COPROPIEDAD

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

¹⁵ Ibid.,p.6

Figura 13. Planta salón social, gimnasio y parqueaderos



PLANTA SALON SOCIAL, GIMNASIO Y PARQUEADEROS

Fuente: Departamento de ventas URBANAS S.A

2.2 ESPECIFICACIONES GENERALES

2.2.1 Cimientos

Los cimientos bajo columnas son zapatas aisladas con vigas de amarre diseñadas y construidas en concreto reforzado según normas del código colombiano de construcciones sismo resistente NSR-98 y siguiendo las recomendaciones del estudio de suelo elaborado por la firma GEOTECNOLOGIA Ltda.¹⁶

¹⁶ Ibid.,p.1

2.2.2 Mampostería

Los muros divisorios serán en ladrillo de arcilla H-7 y H-10. Muros de fachada en mampostería a la vista confinada con columnetas en concreto reforzado, siguiendo las recomendaciones del código colombiano de construcciones sismo resistentes NSR-98

2.2.3 Pañetes

Tanto a los muros en mampostería interiores de los apartamentos, como a los elementos estructurales, se les aplicara friso liso.

Los apartamentos llevaran friso impermeabilizado en los muros de baños, cocina y zona de ropas.

Los muros y las placas del punto fijo llevan friso.

2.2.4 Estructura

El sistema estructural será tradicional conformado por pórticos en concreto reforzado, con columnas, pantallas y placas, con altura de entrepiso de 2.75m, siguiendo las normas del código colombiano de construcciones sismo resistente NSR-98

2.2.5 Pisos

Sobre la placa de entrepiso se coloca mortero afinado, que es impermeabilizado en la zona de ropas, concina, baños y terraza.¹⁷

2.2.6 Instalaciones hidrosanitarias

Las redes hidráulicas y sanitarias internas de los apartamentos se diseñan y construyen siguiendo la norma ICONTEC 1500, o código colombiano de

¹⁷ Idem

fontanería y RAS 2000. Las instalaciones de agua potable, sanitarias, reventilaciones y de aguas lluvias se construyen en tubería de PVC.¹⁸

2.2.7 Instalaciones de gas

Las redes de gas se diseñan y construyen siguiendo la norma ICONTEC 2500.

2.2.8 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas de los apartamentos se diseñan y construyen siguiendo las normas de la electrificadora de Santander y del RETIE. Con la aplicación del RETIE se tienen ventajas como:

- Mayor calibre de las acometidas mejorando la regulación de energía y aumentando la capacidad de carga a instalar en los apartamentos.
- Tomas GFCI que disminuyen los riesgos contra descargas eléctricas en zonas húmedas.
- Sistema de apantallamiento del edificio contra descargas atmosféricas.
- Mayor cantidad de salidas eléctricas en el apartamento.¹⁹

2.2.9 Pintura

Los muros interiores tienen un acabado en vinilo sobre estuco. Se usará Viniltex de Pintuco o similar para los muros e intervinilo para las placas y cielo raso.

En los sótanos de parqueo se utilizará pinturama; para el acabado de las franjas de señalización y demarcación se empleará esmalte negro y amarillo.²⁰

¹⁸ Ibid.,p.3

¹⁹ Idem

²⁰ Ibid.,p.5

2.2.10 Redes de acueducto

La red de acueducto funciona con tanque bajo almacenamiento y sistema hidroneumático de presión constante de bombeo que distribuye el agua potable a cada apartamento y a las zonas sociales y de servicio.

Las redes y los equipos de bombeo se diseñan y construyen de acuerdo al código colombiano de fontanería y RAS 2000

2.2.11 Redes de alcantarillado

El sistema de alcantarillado comunal se construye siguiendo las normas de la EMPAS y el RAS 2000, hasta su conexión a las redes de alcantarillado existentes de la EMPAS.

2.2.12 Redes eléctricas

Se construye la acometida eléctrica en media tensión desde las redes de la electrificadora de Santander hasta la sub estación eléctrica. Desde esa sub estación se hace acometida en baja tensión hasta los tableros de medidores ubicados en el sótano.²¹

²¹ Idem

3. CONTROL DE CALIDAD

3.1 CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO

El control de calidad del concreto comienza con su llegada a la obra y termina 28 días después de haberse tomado las muestras. La verificación de que el concreto cumpla con las normas de calidad es muy importante ya que de ello depende la integridad estructural del proyecto.

El control de calidad se realiza en las siguientes fases y teniendo en cuenta la respectiva norma técnica colombiana para cada caso:

- Identificación de las características del concreto recibido
- Toma de muestra de concreto fresco (NTC 454)
- Determinación del asentamiento del concreto (NTC 396)
- Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (NTC 550)
- Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (NTC 673)

3.1.1 Identificación de las características del concreto recibido

La empresa encargada del suministro de concreto es Cemex, esta suministra una serie de recibos en los cuales se pueden identificar las características del concreto el cual han enviado.

En los recibos es importante identificar:

- Resistencia
- Asentamiento
- Tamaño de agregado
- Edad
- Componentes

Figura 14. Recibo de concreto

Handwritten notes: *Slm 6"* and *3/0*

CEMEX COLOMBIA S.A. N° 000002523
Planta Surata

COD. CLIENTE - OBRA		NOMBRE CLIENTE - OBRA	
40821528 - 41301071		URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A CASA PUYANA	
CODIGO MEZCLA		DIRECCION OBRA	
C-350-1-R-20-05-1-3-000ASE		CR 30 40 B3	
MO	EN LETRAS	TOTAL PEDIDO	
6.5	6'	6.5	
DESCRIPCION DEL PRODUCTO			
COLUMNAS		RESISTENCIA 350 KG CM2 Tama o Maximo = 3 0"	
VEHICULO		NOMBRE DEL CONDUCTOR	
32404		MUREL HURTADO ALDEM	
COD. CONDUCTOR		ADICIONALES	
41550251		EDAD A 28 DIAS BOMBEOBLE SIN VARIANTE CCO GLENUM 355 POLYHEED 700	
OBSERVACIONES			
07:18 8-13.			
sello D47006			

IMPORTANTE: No garantizamos la resistencia de la mezcla a la cual se le agregue agua, mortero de cemento o aditivos químicos. El asentamiento de diseño tiene una tolerancia de una pulgada. La firma de este comprobante por el comprador o su representante indica que han recibido la mezcla a satisfacción por cubricación y diseño. Así mismo implica la aceptación de las condiciones incluidas al reverso.

Signature: *Arturo Sam... H... Tolz...*

Fuente: Registro fotográfico propio

3.1.2 Toma de muestra de concreto fresco

Se debe tomar una muestra a todo el concreto recibido en la obra, esto con el fin de determinar su asentamiento y verificar si cumple con el asentamiento pedido en cada caso teniendo en cuenta la respectiva tolerancia al ensayo la cual es ± 1 .

La muestra se toma directamente de la fuente que en este caso es una mixer proporcionada por la empresa CEMEX, la muestra se toma inmediatamente llega la mixer a la obra y en caso de que permanezca mucho tiempo en la obra se realizara una toma más antes de ser utilizado el concreto. La toma de la muestra debe cumplir con la norma NTC 454.²²

²² ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 454 Concreto fresco. Toma de muestras. Bogotá, D.C. 1998-09-23.

Figura 15. Toma de muestra



Fuente: Registro fotográfico propio

3.1.3 Determinación del asentamiento del concreto

Realizar el ensayo para la determinación del asentamiento es muy importante ya que dependiendo del elemento estructural se busca tener un concreto más o menos fluido, así por ejemplo para fundir columnas y pantallas se busca un concreto fluido de asentamiento 6" y para fundir escaleras uno de menor fluidez de asentamiento 4".

Para medir el asentamiento se utilizan las siguientes herramientas:

Cono de Abrams de medidas estándar: Es un cono metálico de material resistente al ataque de la pasta de cemento, de 20cm de diámetro en la base mayor y 10 cm de diámetro en la base menor y 30 cm de altura. El molde debe proveer de agarraderas y dispositivos para sujetarlo con los pies²³

23

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 396 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Bogotá, D.C. 1992-01-15.

Varilla compactadora: Debe ser de acero cilíndrico, lisa, de 16 mm de diámetro y con una longitud aproximada de 600 mm: el extremo compactador debe ser hemisférico de 16 mm de diámetro.²⁴

Plancha metálica: Superficie de acero sobre la cual se pone el cono de modo que este garantice una superficie horizontal

Cuchara: elemento de acero que permite tomar la muestra de concreto y colocarla dentro del cono.

Flexometro: elemento con el cual se mide el asentamiento

3.1.3.1 Procedimiento.

Entre la obtención de la muestra y el término de la prueba no deben pasar más de 10 minutos. Lo primero que se debe hacer es colocar el cono limpio y humedecido con agua sobre la plancha metálica también humedecida, pisando las aletas. Luego se debe verter una capa de concreto hasta un tercio del volumen y apisonar con la varilla lisa uniformemente, contando 25 golpes, seguido de una segunda capa de concreto y nuevamente apisonar con la varilla lisa uniformemente, contando 25 golpes. Los golpes en esta capa deben llegar hasta la capa anterior. Verter una tercera capa (en exceso) y repetir el procedimiento, siempre teniendo cuidado en que los golpes lleguen a la capa anterior. Como es usual, les faltará un poco de concreto al final, así es que tendrán que rellenar el faltante y enrasar el molde con la varilla lisa. Desde el inicio del procedimiento, hasta este punto no deben de haber pasado más de 2 minutos. Ahora se pasa a retirar el molde con mucho cuidado (no debería hacerse en menos de 5 segundos), lo colocamos invertido al lado del pastón, y colocamos la varilla sobre éste para poder determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.²⁵

²⁴ Idem

²⁵ Idem

Figura 16. Compactación primera capa



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 17. Ultima capa



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 18. Compactación última capa



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 19. Retiro de cono



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 20. Medición del asentamiento



Fuente: Registro fotográfico propio

3.1.4 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra

La elaboración de las muestras es muy importante ya que una vez elaboradas pueden ser enviadas para verificar el cumplimiento de la resistencia especificada. La elaboración de estas muestras es basa en la NTC 550 esto con el fin de obtener buenos resultados para el control de calidad del material.

Para la elaboración de estas muestras se utilizan las siguientes herramientas algunas de ellas mencionadas en el numeral anterior.

Molde cilíndrico: Los moldes para le elaboración de especímenes de concreto deben ser de acero, hierro fundido o de cualquier otro material no absorbente y no reactivo con el concreto que contiene cemento Portland u otro cemento hidráulico. Los moldes deben ser impermeables, lo cual se comprueba mediante su habilidad para mantener el agua dentro de ellos. Si es necesario, puede usarse un sellante apropiado, tal como grasa espesa, plastilina o cera microcristalina, para evitar escurrimientos por las juntas. Los moldes deben estar provistos de una base metálica maquinada, con dispositivos para fijarla,

de manera que su plano sea perpendicular al eje. El molde y su base se deben aceitar con una capa delgada de aceite mineral antes del uso.²⁶

Figura 21. Molde cilíndrico



Fuente: Registro fotográfico propio

Varilla compactadora:

Tabla 1. Requisitos para varillas compactadoras

Diámetro del cilindro, mm	Dimensiones de la varilla		
	Diámetro de la varilla, mm	Longitud de la varilla, mm	Número de golpes/capa
< 150	10	300	25
150	16	600	25
200	16	600	50
250 ó mayores	16	600	75

Fuente: NTC 550

Martillo: Se debe usar un martillo con cabeza de cuero o caucho con un peso aproximado de 0.6 kg ± 0.2 kg.

²⁶ ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 550 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Bogotá, D.C. 2000-06-21.

Recipiente de muestreo: Se debe disponer de un recipiente metálico grueso, una carretilla o una tabla plana y limpia no absorbente, con una capacidad suficiente para remezclar fácilmente la muestra entera, con una pala o un palustre.

3.1.4.1 Procedimiento

Dependiendo del tipo de elemento a fundir se elaboran diferentes cantidades de cilindros siendo el número de muestras el siguiente:

Tabla 2. Numero de cilindros por elemento estructural

TIPO DE ELEMENTO	CANTIDAD DE MUESTRAS
COLUMNAS	10
PLACA	8

Fuente: Propia

Figura 22. Numero de cilindros placa



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 23. Numero de cilindros columna



Fuente: Registro fotográfico propio

El método de compactación, el número y profundidad aproximada de las capas y el número de golpes por capa se determinan a partir de las Tabla 3-2. Si la compactación se hace por apisonamiento, se selecciona el tamaño de la varilla de compactación, con la tabla 1. Se selecciona una herramienta pequeña, como una cucharada, una pala o un palustre, de una forma y tamaño suficientes, de manera que cada cantidad de concreto obtenida del recipiente de muestreo sea representativa, y lo suficientemente pequeña para no desperdiciar el concreto al colocarlo en el molde, para garantizar la completa distribución del concreto y reducir al mínimo la segregación. Cada capa de

concreto se debe compactar de acuerdo con el método seleccionado que se requiera. Al colocar la capa final, se deben agregar la cantidad de concreto necesaria para llenar el molde, después de realizada la compactación.²⁷

Compactación por apisonamiento: Se coloca el concreto en el molde, en el número requerido de capas de volumen aproximadamente igual. Se apisona cada capa con el extremo redondeado de la varilla, usando el número de golpes requerido. La capa del fondo se apisona en toda su profundidad. Los golpes se distribuyen uniformemente sobre la sección transversal del molde. Para cada capa que se va colocando, se deja que la varilla penetre aproximadamente 12 mm en la capa inferior, cuando la profundidad de la capa es inferior a 100 mm y aproximadamente 25 mm cuando la profundidad es de 100 mm o más. Después de apisonar cada capa, se golpea suavemente de 10 a 15 veces los bordes del molde con el martillo, para tapar cualquier orificio que haya quedado y sacar las burbujas de aire atrapadas.

Figura 24. Compactación



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 25. Compactación



Fuente: Registro fotográfico propio

²⁷ Ibid.,p.6

Figura 26. Golpes



Figura 27. Golpes



Fuente: Registro fotográfico propio

Fuente: Registro fotográfico propio

Acabado de los cilindros: Después de compactar el espécimen, se enrasa la superficie de este para quitar el exceso de concreto, utilizando la varilla de compactación, una llana de madera o palustre. Este acabado se realiza con el mínimo de manipulación necesaria para producir una superficie homogénea y lisa que este a nivel con el borde del molde y no tenga depresiones ni proyecciones mayores de 3 mm

Figura 28. Cilindros antes del acabado final



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 29. Cilindros acabado final



Fuente: Registro fotográfico propio

Identificación: Los especímenes se marcan para poder identificarlos a ellos y al concreto que representan. Se usa un método que no altere la superficie del concreto. Una vez retirados los especímenes de los moldes, se marcan para mantener su identificación.²⁸

Figura 30. Identificación del cilindro



Fuente: Concresevicios

²⁸ Ibid., p.8

Curado: una vez realizadas las muestras, se deben almacenar a una temperatura entre 16 °C y 27 °C y en un ambiente húmedo, de manera que se impida la pérdida de humedad hasta por 48 h. la temperatura en los especímenes y entre ellos se debe controlar en todo momento protegiéndolos de la luz solar directa y de dispositivos de calefacción radiantes. Los especímenes que van a ser transportados antes de 48 h, al laboratorio para el curado final, deben permanecer en los moldes en un ambiente húmedo, hasta que sean recibidos en el laboratorio, desmoldados y sometidos a curado final. Si los especímenes no son transportados en un lapso de 48 h, los moldes se deben retirar dentro de 24 h \pm 8 h y se debe aplicar el curado final hasta que sean transportados. Al terminar el curado inicial y antes de que transcurran 30 min después de retirado el molde, se deben almacenar los especímenes en un ambiente húmedo, con agua libre sobre la superficie de estos, a una temperatura de 23 °C \pm 2 °C sobre la superficie del cilindro. Se permiten temperaturas entre 20 °C y 30 °C por periodos no mayores a 3 h, inmediatamente antes del ensayo, si se mantiene la humedad libre sobre la superficie de los especímenes en todo momento, excepto cuando se ha aplicado un refrentado con un compuesto de azufre. Los especímenes no se deben exponer a goteo o corrientes de agua.²⁹

Envío de cilindros a su lugar de curado final y ensayo: Durante el transporte de los especímenes se deben proteger con un material amortiguador para evitar daño por golpes, por temperaturas de congelación, o por pérdida de humedad. La pérdida excesiva de humedad se evita envolviendo los especímenes muy bien en plástico o rodeándolos de arena húmeda o aserrín húmedo. El tiempo de transporte no debe ser superior a 4h.³⁰

²⁹ Ibid., p.9

³⁰ Ibid.,p.10

3.1.5 Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

El ensayo de resistencia a las muestras se realiza dependiendo el tipo de elemento estructural del cual se haya tomado la muestra, así para muestras de placa se ensayan 2 cilindros a 7, 14 y 28 días y para muestras tomadas de columnas se ensayan 2 cilindros a 3, 7, 14 y 28 días. En ambos casos se mantienen en la obra 2 cilindros los cuales en caso de que alguna muestra no cumpla con la resistencia esperada servirán de testigos para un ensayo a 56 días. Este método de ensayo consiste en la aplicación de una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos a una velocidad que este dentro de un intervalo prescrito hasta que ocurra la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la máxima carga alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección transversal del espécimen.

Se debe tener cuidado en la interpretación de resultados de la resistencia a la compresión por medio de este método, ya que la resistencia no es una propiedad fundamental o intrínseca del concreto hecho con unos materiales dados. Los valores obtenidos dependen del tamaño y forma del espécimen, dosificación, procedimiento de mezclado, los métodos de muestreo, moldeado y fabricación, edad, la temperatura y las condiciones de humedad durante el curado.

Figura 31. Maquina donde se realiza el ensayo



Fuente: Concresestados

3.1.5.1 Procedimiento: Los ensayos de compresión de especímenes curados con humedad, se deben hacer tan pronto como sea posible después de la remoción del sitio de curado. Los especímenes de ensayo se deben mantener húmedos por medio de cualquier método conveniente durante el periodo entre la remoción del sitio del curado y del ensayo. Se deben ensayar en la condición de humedad. Los resultados deben ser comparados con las resistencias que garantiza el proveedor del concreto.

CEMEX la empresa proveedora de concreto suministro a la obra una curva de evolución de concreto para así comparar con los resultados obtenidos. Anexo 1

Figura 32. Peso del cilindro



Fuente: Concresevicios

Figura 33. Realización de ensayo

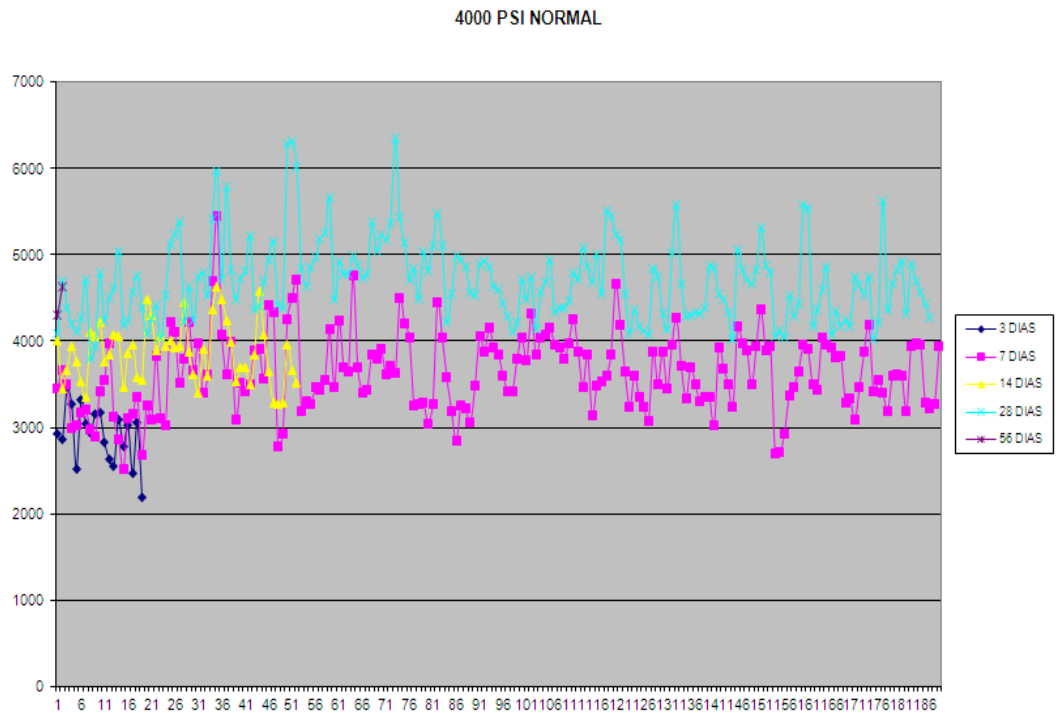


Fuente: Concresevicios

Durante la obra se tomaron en total 510 muestras de concreto, obteniéndose así la siguiente grafica donde podemos observar las resistencias obtenidas.³¹

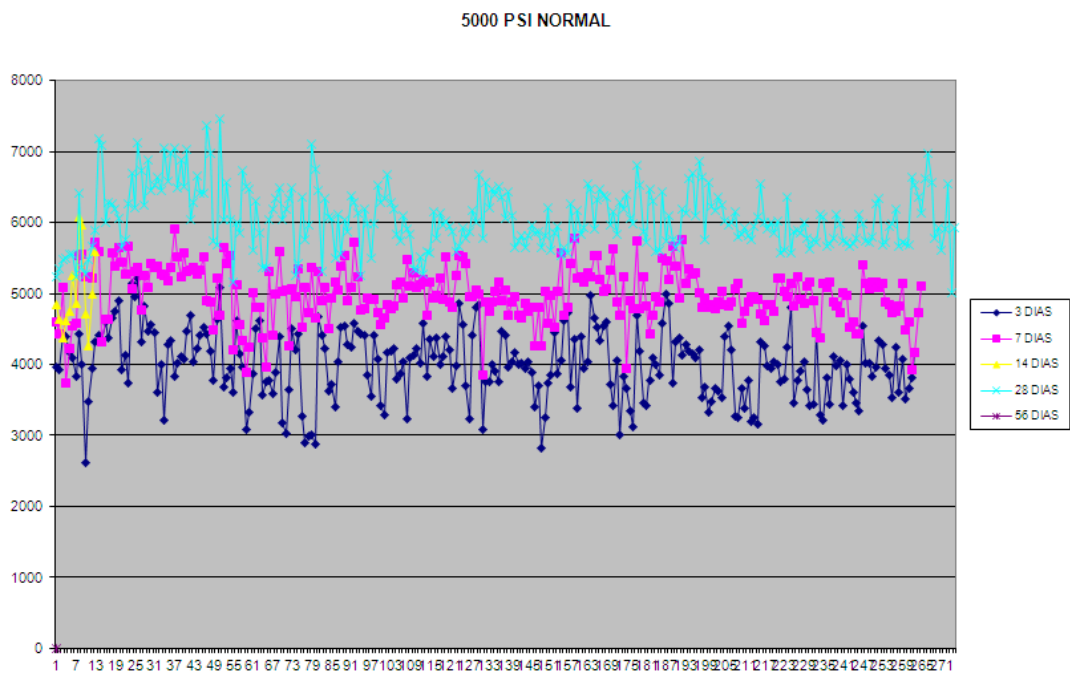
³¹ ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 673 Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. Bogotá, D.C. 2000-06-21.

Figura 34. Resultados concreto de 4000 psi



Fuente: Control de concreto Casa Puyana

Figura 35. Resultados concreto de 5000 psi



Fuente : Control de concreto Casa Puyana

3.2 CONTROL DE CALIDAD EN MAMPOSTERIA

3.2.1 Muestreo

Los especímenes deben ser seleccionados de manera que sean representativos del lote entero de unidades del que se toman, de la variedad de colores, texturas y tamaños del envío. Deben estar limpios sin materiales extraños no asociados con su fabricación.

3.2.1 Numero de especímenes

Las muestras de ladrillos y bloques deben ser escogidas aleatoriamente de cada lote de producción que estará constituido de hasta 100000 unidades o remanentes superiores a 50000 unidades, o por la totalidad del despacho o producción cuando esta sea inferior a 50000 unidades. De cada lote se deben extraer diez (10) muestras para la evaluación de medidas, color y defectos superficiales, las mismas que luego deben usarse en dos grupos de cinco (5) unidades para los ensayos de absorción y resistencia a la compresión.

Figura 36. Número de muestras



Fuente: Concresestados

3.2.3 Identificación

Cada espécimen debe estar marcado de tal manera que se pueda identificar en cualquier momento. Estas marcas no deben cubrir más del 5 % de la superficie del espécimen.

Figura 37. Identificación



Fuente: Concresestos

3.2.4 Determinación de la masa

3.2.4.1 Secado

Los especímenes se secan entre 110 °C y 115 °C, en un secadero durante 2h, hasta que en dos pesajes sucesivos a intervalos de 2h, no se presente una pérdida de masa superior al 0.2 % del último peso del espécimen determinado previamente.

Figura 38. Secado



Fuente: Concresestos

3.2.4.2 Enfriamiento

Después del secado, se enfrían los especímenes en una cámara que se mantiene a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre el 30 % y el 70 %. Se almacenan las unidades separadas entre sí, durante un periodo mínimo de 4 h, hasta que la temperatura de la superficie este a $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de la cámara de enfriamiento. Para los ensayos que se requieran unidades secas, no se deben utilizar especímenes notablemente calientes al tacto.

Un método alternativo permitido para enfriar las muestras a temperaturas cercanas a las de ambiente es guardando las unidades, sin apilarlas, colocándolas individualmente, en una cámara ventilada la cual se mantiene a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre el 30 % y el 70 %, durante un periodo de 4 h, hasta que la temperatura de la superficie este a $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de la cámara ventilada con la corriente de aire de un ventilador eléctrico que pasa sobre ellas, durante un periodo no inferior a 2 h. las muestras se guardaran en la cámara ventilada manteniendo la temperatura y la humedad requerida hasta que se ensayen.

3.2.5 Absorción de agua

3.2.5.1 Exactitud de los pesajes:

La balanza utilizada debe tener una capacidad no inferior a 2000 g, y debe ser sensible a 0.5 g.

Figura 39. Pesaje



Fuente: Concresestervicios

3.2.5.2 Especímenes de ensayo:

Los especímenes para el ensayo de absorción deben estar compuestos por cinco (5) unidades o tres (3) partes o fragmentos representativos de cada una de ellas. Si se usan partes o fragmentos, se toman dos (2) de las paredes y una (1) del núcleo. El peso de cada fragmento no debe ser inferior a 250 g. los bordes de los especímenes deben estar libres de partículas sueltas; si se han tomado de especímenes que se han sometido a ensayos de resistencia a la compresión, estos deben estar libres de grietas debidas a fallas durante la compresión.

3.2.5.3 Ensayo de inmersión:

Se secan y enfrían los especímenes de ensayo, luego se pesa cada uno. Se sumergen los especímenes secos y fríos, sin inmersión parcial preliminar, en agua limpia entre 15.5 °C y 30 °C durante 24 h. se retira el espécimen, se seca el exceso de agua con un paño húmedo y se pesa. El pesaje de cada espécimen se debe hacer antes de que pasen 300 s de retirado del agua.

Se reporta la absorción en agua fría de cada espécimen, con una aproximación del 0.1 %. La absorción promedio en agua fría de todos los especímenes ensayados

se registra como la absorción del lote y se reporta con una aproximación del 0.1 %.³²

Figura 40. Inmersión



Fuente: Concresevicios

Como resultado debemos obtener que el porcentaje de absorción no debe ser menos a 5 ni mayor que 14%

Tabla 3. Resultado ensayo de absorción espécimen MCP 84

ABSORCIÓN				
Bloque N°	Peso Seco (WD)	Peso SSS (WS)	Absorción (%)	Especificación (Max) (%)
MCP 084	2344	2536	8.19	14
MCP 084	2364	2582	9.22	14
MCP 084	2364	2567	8.59	14
MCP 084	2368	2581	8.99	14
MCP 084	2334	2526	8.23	14
			8.6	

Fuente: Concresevicios

³² ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 4017 Métodos para muestreo y ensayo de unidades de mampostería y otros productos de arcilla., Bogotá D.C.: El Instituto, 2005, 28p.

3.3 CONTROL DE CALIDAD AL ACERO

Cada lote de acero recibido en obra debe traer consigo su respectivo certificado de calidad expedido por el proveedor, esto con el fin de verificar algunas de las características tales como:

- Resistencia
- Fluencia
- Elongación
- Doblado
- Componentes químicos

3.3.1 Barras de acero corrugado

Para el control de calidad del acero se debe realizar por parte de la obra un ensayo de tracción con el fin de verificar que se cumplan las características anteriores. Este ensayo se realiza cada 100 Ton a todos los diámetros utilizados, además se verifica que el resalte de las barras cumpla con los detalles que deben tener las barras corrugadas. Las barras deben tener las iniciales del país de origen, el nombre o logo del fabricante, el número de designación que es el diámetro de la barra por último la barra debe tener la designación de fluencia mínima.

Figura 41. Muestras de acero



Fuente : Registro fotográfico propio

Los resultados de los ensayos se analizan de acuerdo con la norma NTC 2289: “Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto”, la cual establece los siguientes parámetros:³³

3.3.1.1 Propiedades de Tracción

El material, representado por las probetas de ensayo, debe cumplir los requisitos de las propiedades de tracción especificados en las siguientes tablas:

Tabla 4. Requisitos de tracción

Resistencia a la tracción mínima psi (MPa)	80 000 (550) ^A
Resistencia a la fluencia mínima psi (MPa)	60 000 (420)
Resistencia a la fluencia máxima psi (MPa)	78 000 (540)
Alargamiento mínimo en 8 pulgadas para el sistema inglés ó 200 mm para Sistema Internacional (SI)	
Número de designación de las barras	%
2, 3, 4, 5, 6	14
7, 8, 9, 10, 11	12
14, 18	10
^A La resistencia a la tracción debe ser igual o mayor a 1,25 veces la resistencia a la fluencia.	

Fuente: NTC 2289

Estos requisitos se muestran en el siguiente informe que es resultado de la muestra HCP 051 correspondiente a acero de 1”

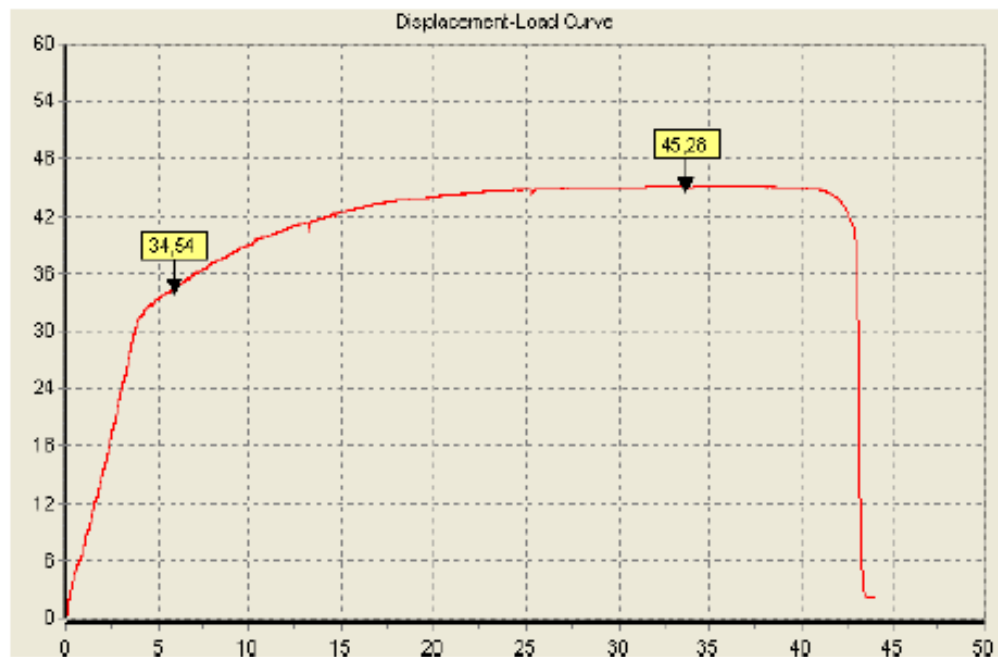
³³ ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 2289. Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto., Bogotá D.C.: El Instituto, 2002, 20p.

Tabla 5. Tabla de resultado de requisitos

DESCRIPCION	UND	VALOR OBTENIDO	REQUISITO DE NORMA
Localización		EDIFICIO CASA PUTANA	
Procedencia		NO ESPECIFICA	
Designación		COL 3 W 60	
Longitud de la probeta	mm	400	
Longitud Calibrada	mm	200	
Peso	kg/m	0,530	
Ø nominal	mm	9,52	
Ø inicial	mm	9,27	
Área nominal	mm ²	71,0	
Área Inicial	mm ²	67,6	
Longitud final medida	mm	235	
Elongacion con longitud medida	%	17,50	Min.12
Fuerza máxima	N	45280	
Fuerza en el limite de fluencia	N	34540	
Esfuerzo máximo a tracción	Kg/m ²	65	Mínimo 56
Esfuerzo en el limite de fluencia	Kg/m ²	50	Entre 43 y 55

Fuente: ConcreserVICIOS

Figura 42. Grafico de fluencia



Fuente: ConcreserVICIOS

3.3.2 Mallas de acero Electrosoldada

Al igual que las barras de acero corrugado, las mayas de acero electrosoldadas se reciben en obra con su respectivo certificado de calidad donde se puede observar características como fluencia y resistencia al corte. Estas características son corroboradas cuando se envía por parte de la obra una muestra al laboratorio para su respectivo análisis.

Estos ensayos se realizan conforme a la NTC 2310

3.3.2.1 Tracción

Los ensayos de tracción se pueden realizar sobre alambres cortados de la malla electrosoldada y ensayados entre las soldaduras o incluyendo estas; al menos el 50% de los ensayos se debe hacer incluyendo las soldaduras.

Los ensayos de tracción cuando se incluye una soldadura debe contener la intersección soldada aproximadamente en el centro del alambre que se ensaya y el alambre transversal que forma la intersección soldada se debe extender aproximadamente 25 mm más allá de cada lado de la intersección soldada.

Tabla 6. Resultado ensayo a tracción

I – Ensayo a Tracción

Descripción Probetas	Ø Alambre longitudinal (mm)	Area nominal (mm ²)	Longitud calibrada (mm)	Longitud final (mm)	Elongación (en 200 mm) %	Fuerza máxima (N)	Fuerza en fluencia (N)	Esfuerzo máximo (MPa)	Esfuerzo en fluencia (MPa)
MALLA ELECTRO-SOLDADA 15cm X 14cm D 5,0mm X D 5,0mm	5,00	19,6	200	204	2,0	14060	13160	717,35	671,43
			200	202	1,0	13540	12600	690,82	642,86
			200	202	1,0	15680	14940	800,00	762,24
			200	202	1,0	15360	14520	783,67	740,82
	Promedio (MPa)							747,96	704,34
	Desviación Estándar							52,24	56,41
	Coef. de Variación							9%	12%
	Requisito de Norma (MPa)							550	485
	Cumple							SI	SI

Fuente: Concreselec

3.3.2.2 Resistencia al corte en la soldadura

Como las soldaduras en la malla electrosoldada contribuyen un valor de adherencia y anclaje del alambre en el concreto, es imperativo que los ensayos de aceptación de la soldadura se lleven a cabo en un dispositivo que la someta a esfuerzos similares a los que se experimentan en el concreto. Para lograr esto, el alambre vertical en el dispositivo se debe someter a esfuerzo en un eje de cercano a su línea central. Igualmente, el alambre horizontal se debe mantener cercano al vertical y en la misma posición relativa, para evitar su rotación. Cuando la malla electrosoldada está diseñada con alambres de diferentes calibres, el alambre de mayor diámetro es el vertical para efectos de ensayo.

El valor promedio mínimo de corte en Newtons no debe ser inferior a 241, multiplicado por el área nominal del alambre más grueso en milímetros cuadrados, cuando el alambre más pequeño no tiene un calibre menor al $\Phi 5.5$ y tiene un área 40% o más del área del alambre mayor. Para diámetros menores que $\Phi 5.5$ la resistencia de la soldadura se debe evaluar con un esfuerzo cortante, necesario para producir una falla en la unión soldada, no menor que $0.25 A_x F_y$, donde A es el área de la sección transversal del alambre más pequeño en la unión soldada y F_y es la característica de resistencia a la fluencia del alambre.

3.3.2.3 Muestreo

Las probetas para los ensayos de propiedades mecánicas se deben obtener cortando de la malla electrosoldada terminada, una sección de ancho completo, con una longitud suficiente para realizar los ensayos descritos anteriormente.

3.3.2.4 Numero de ensayos

Se debe realizar un ensayo para determinar la conformidad con los requisitos de resistencia a tracción, por cada 7000 m² de malla electrosoldada o fracción remanente de ella.

Se debe realizar un ensayo para determinar la conformidad con los requisitos de resistencia al corte en la soldadura por cada 28000 m² de malla o fracción remanente de ella.

Tabla 7. Resultado ensayo a tracción

II – Resistencia al esfuerzo cortante en la soldadura

Descripción Probetas	Probeta No	Ø Alambre Longitudinal (mm)	Ø Alambre Transversal (mm)	Área Nominal (mm ²)	Carga (N)	Esfuerzo Máximo (MPa)	Forma de Falla	
MALLA ELECTRO-SOLDADA 15cm X 14cm D 5,0mm X 5,0mm	Probeta 1	4,94	4,86	19,6	8000	408,2	Tension	
	Probeta 2				9700	494,9	Tension	
	Probeta 3				10820	552,0	Tension	
	Probeta 4				9500	484,7	Tension	
	Area (mm ²)	19,17	18,55					
	At/AI	0,97						
						Carga Promedio (N)	9505,00	
						Desviación Estándar	1159,35	
						Requisito de Norma (N)	4723,60	
						Cumple	SI	

Fuente: Concresestados

3.3.2.5 Revisión

En caso de que una probeta no apruebe el ensayo a tracción, el material no debe ser rechazado sino hasta que se ensayen dos probetas adicionales tomadas de otros alambres del mismo panel. Se considera que el material cumple las especificaciones respecto a las propiedades de tracción, si el promedio de las tres probetas ensayadas, incluida la que se ensayó originalmente, es igual o mayor que el mínimo requerido para la propiedad particular en cuestión y si ninguna de las tres probetas desarrolla menos del 80% del mínimo requerido para la propiedad de tracción en cuestión.

En caso de que una probeta no apruebe el ensayo de resistencia al corte de soldadura, se deben tomar cuatro probetas adicionales de cuatro paneles diferentes. Si el promedio de todos los ensayos de resistencia al corte realizados no cumple el requisito, el material se debe rechazar.

3.3.2.6 Reensayo

El material rechazado se debe conservar por un periodo de por lo menos dos semanas a partir de la fecha de inspección, y durante este tiempo el fabricante puede solicitar una nueva revisión y un reensayo.³⁴

3.4 CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACIONES SANITARIAS

El control de calidad a las instalaciones sanitarias comienza con la verificación del certificado de calidad de los elementos utilizados para armar los respectivos sistemas o arañas. Además se debe ejercer un control sobre las actividades realizadas antes de armar el sistema, por ejemplo el replanteo de estos puntos sanitarios es muy importante debido que el sistema de construcción es tipo tradicional con placas aligeradas, por lo que es necesario dejar pases antes de fundir la placa para luego prolongar la tubería horizontal por debajo de esta, por lo tanto es de gran importancia llevar a cabo un seguimiento al replanteo de estos puntos sanitarios. Una vez finalizados los ensambles de los sistemas se procede a realizar una prueba de estanqueidad con la cual se verifica que no se presente alguna fuga que pueda afectar el funcionamiento del sistema.

La prueba de estanqueidad se encuentra documentada en la NTC 1500, solo que el tiempo de duración de esta es distinto.

3.4.1 Procedimiento

La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagües y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, los puntos abiertos de este deben estar taponados provisionalmente, excepto en el punto más alto, y todo el sistema debe ser llenado con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones, cada punto abierto

³⁴ ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 2310. Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado, para refuerzo de concreto, Bogotá D.C.: El Instituto, 2003, 11p.

debe estar taponado provisionalmente, excepto en el punto abierto más alto de la sección bajo prueba, y la sección debe ser llenada con agua y sometida a una presión mínima de 3 m de columna de agua. Al probar las secciones máximas de 3 m, se debe purgar la tubería para evitar la sobrepresión, y se mantendrá el agua en el sistema, o en la sección bajo prueba, por no menos de 15 min.

Con el fin de tener mayor certeza y poder ubicar todas las fugas este ensayo tiene una duración de 24 horas y se realiza una prueba por cada sistema para un total de mínimo 84 pruebas. La aprobación de cada ensayo se realiza en su respectivo formato de calidad.³⁵ Ver Anexo 2

Figura 43. Sistema sanitario



Fuente: Registro fotográfico propio

³⁵ ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería. Bogotá D.C.

Figura 44. Sistema sanitario 2



Fuente: Registro fotográfico propio

3.5 CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACIONES HIDRAULICAS

El control de calidad de las instalaciones hidráulicas al igual que las sanitarias comienza con la revisión de los certificados de calidad de la tubería utilizada por el contratista. Las instalaciones hidráulicas son un conjunto de conexiones y redes de tuberías necesarias para suministrar de agua potable a la edificación debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la norma NTC 1500. Las pruebas hidráulicas se hacen por unidad de apartamento sometiendo la tubería a una presión mínima de 145 Psi.

3.5.1 Procedimiento

Antes de comenzar las pruebas se debe revisar la calibración de los manómetros utilizados por el contratista. Una vez hecho esto se procede a un chequeo previo por parte del plomero a cada uno de los niples y tapones, se procede luego a inyectar agua por medio de una bomba hasta alcanzar una presión mínima de 145 Psi., la cual debe mantenerse constante, al cabo de dos hora se toma la lectura final la cual debe ser la misma tomada inicialmente. En caso de que la lectura final sea diferente

respecto a la inicial se tiene una fuga la cual puede presentarse por un tapón mal sellado o una rotura en una de las tuberías.

Como una medida preventiva se puede realizar una prueba adicional antes de fundir la placa, para verificar que no hubiera fuga antes de esto, ya que se presenta muy seguido debido a la colocación de la malla electro soldada, por el movimiento de los obreros mientras arman la placa entre otras actividades que pueden generar cualquier tipo de fugas. La aprobación de cada ensayo se realiza en su respectivo formato de calidad.³⁶ Ver Anexo 3

Figura 45. Bomba de llenado



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 46. Manómetro



Fuente: Registro fotográfico propio

3.6 CONTROL DE CALIDAD RED DE GAS

El control de calidad de las redes de gas se realiza de forma parecida al control ejecutado sobre las redes hidráulicas. La diferencia radica en que las tuberías son llenadas con aire y no con agua.

³⁶ Idem

El tiempo de ejecución del ensayo depende de la presión de aire con la cual sea llenada la tubería, este tiempo y procedimientos a seguir se encuentran documentados en la NTC 2505

Tabla 8. Presiones para el ensayo de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
$P \leq 13,8 \text{ kPa}$ ($P \leq 2 \text{ psig}$)	34,5 kPa (5 psig)	15 min
$13,8 \text{ kPa} < P \leq 34,5 \text{ kPa}$ ($2 \text{ psig} < P \leq 5 \text{ psig}$)	207 kPa (30 psi)	1 h
$34,5 \text{ kPa} < P \leq 138 \text{ kPa}$ ($5 \text{ psi} < P \leq 20 \text{ psi}$)	414 kPa (60 psi)	1 h

Fuente: NTC 2505

Figura 47. Llenado de las tuberías con aire



Fuente: Registro fotográfico propio

Una vez haya transcurrido el tiempo de ensayo se verifica que la lectura en el manómetro sea igual a la inicial, no se acepta ninguna disminución en la presión para que sea aceptada la prueba, es decir, para que se considere que el sistema es hermético, en caso de no cumplir se deben buscar las fugas existentes y repetir la prueba.³⁷

³⁷ ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 2505 Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales. Bogotá, D.C. 2006-05-24.

Figura 48. Verificación de la presión en los manómetros



Fuente: Registro fotográfico propio

La aprobación de cada ensayo se realiza en su respectivo formato de calidad.
Ver Anexo 4

3.7 CONTROL DE FLEXOMETROS

Para evitar errores durante la medición, se debe llevar a cabo un control de calidad sobre los instrumentos con los cuales se realiza esta acción.

Este control se realiza cada 2 meses y consiste en revisar todos los instrumentos de medición que se estén utilizando en el desarrollo de la obra, tales como reglas, escuadras, niveles y flexómetros.

En la revisión se tendrá en cuenta el estado de las unidades de medición (centímetros, milímetros y en el caso de flexómetros también pulgadas), que estén se encuentren visibles y que permitan una medición exacta. Todo instrumento de medición que no cumpla con lo anterior debe ser retirado y el contratista debe asumir el valor de este. Este control se lleva a cabo mediante un registro de control. Ver anexo.

Figura 49. Flexómetros



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 50. Flexómetro mal estado



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 51. Flexómetro buen estado



Fuente: Registro fotográfico propio

3.8 CONTROL DE CALIDAD DE PLANOS EN OBRA

El control de planos es parte fundamental del sistema de gestión de calidad, ya que en estos se encuentran las especificaciones que se deben seguir para el desarrollo adecuado de la obra y por esto hay que darles especial importancia. Las obras son el destino final de los planos, ya que estos antes de ser enviados deben pasar por controles en el departamento de planeación

donde se revisan y aprueban diseños según los estándares que se habían propuesto. Finalmente son entregados a obra donde el equipo de trabajo una vez más revisa los planos recibidos para garantizar que lo que se le entregue al contratista sea información coherente y de esta manera no se presenten dificultades, siempre debe permanecer una copia en la plano-teca de la obra para garantizar fácil acceso a la información contenida en los planos.

3.8.1 Control maestro de planos

URBANAS S.A cuenta con un listado maestro de planos en el cual se encuentra la información detallada de número de copias y versiones con las cuales cuenta la obra, de este modo se puede controlar la cantidad y la vigencia de los planos de modo que al presentarse algún cambio se pueda reemplazar los planos ya obsoletos por los actuales. El listado maestro de planos se puede ver vía internet desde el sitio web www.urbanas.com/site

Figura 52. Listado maestro de planos

URBANAS S.A.		Listado Maestro de Planos			CÓDIGO:	DIS-FO-33			
					VERSIÓN:	6			
					Resultados: Páginas: 1 Registros: 173 <input type="button" value="Buscar"/>				
INFORMACIÓN DEL PLANO					CONTROL DE COPIAS				
CENTRO DE COSTOS- NOMBRE PROYECTO	CÓDIGO	CONTENIDO		VERSIÓN (aaaa-mm-dd)	CTR	VEN	JUR	INT	OTR
097 LA COMARCA	--				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 097 CASA PUYANA	ALC 01	planta general		A 2009-09-02	2	0	0	0	0
2 097 CASA PUYANA	ALC 02	estructura pozo		A 2009-09-02	2	0	0	0	0
3 097 CASA PUYANA	ALC 03	pozo 120		A 2009-09-02	2	0	0	0	0
4 097 CASA PUYANA	ARQ 001	apartamentos piso 2		G 2010-06-16	4	2	0	0	1
5 097 CASA PUYANA	ARQ 002	aptos planta piso tipo		D 2010-04-09	5	2	0	0	1
6 097 CASA PUYANA	ARQ 003	apartamentos piso 15		E 2010-04-09	5	2	0	0	1
7 097 CASA PUYANA	ARQ 004	zona social piso 16		F 2010-11-22	4	0	0	0	1
8 097 CASA PUYANA	ARQ 005	cubiertas planta		D 2010-04-09	4	0	0	0	1
9 097 CASA PUYANA	ARQ 006	fachada principal		D 2010-04-09	4	2	0	0	1

3.8.2 Formato de control

Para llevar un control de los planos existentes en obra se debe diligenciar un formato de préstamo en el cual se tiene la información detallada del plano que fue suministrado así como los datos de la persona a la cual se le ha hecho entrega. Ver Anexo 5

4. ALIGERAMIENTO PARA PLACA EN POLIESTIRENO EXPANDIDO

El poliestireno expandido EPS, es un material conocido debido a las diferentes funciones que realiza, especialmente en el campo del aislamiento térmico y a su ya dilatada historia. No obstante, la aplicación en el campo del aligeramiento de estructuras, en el relleno de terrenos con una baja capacidad portante, como árido en hormigones ligeros o en la reducción acústica a ruido de impactos y en forjados no son tan conocidas. Es este capítulo hablaremos de su uso como aligerante estructuras, de sus ventajas, desventajas y su disposición final.

4.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO

El Poliestireno Expandido (EPS) se define técnicamente como: "Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire (hasta un 98%)". La abreviatura EPS deriva del inglés Expanded PolyStyrene. Este material es conocido también como Telgopor o Corcho Blanco.

El corcho blanco es un material 100% reciclable y existen numerosos campos de aplicación para el material reciclado. Estudios de análisis de ciclo de vida muestran que el EPS presenta un impacto medioambiental bajo en comparación con otros materiales de envase y embalaje.

4.1.1 Propiedades y características del poliestireno expandido

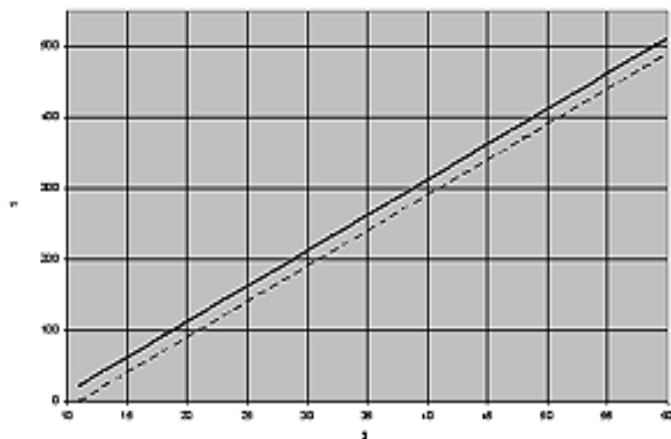
4.1.1.1 Resistencia Mecánica

La resistencia a los esfuerzos mecánicos de los productos de EPS se evalúa generalmente a través de las siguientes propiedades:

- Resistencia a la compresión para una deformación del 10%.
- Resistencia a la flexión.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante.

La densidad del material guarda una estrecha correlación con las propiedades de resistencia mecánica. El gráfico reflejado a continuación muestra los valores alcanzados sobre estas propiedades en función de la densidad aparente de los materiales de EPS.

Figura 53. Propiedades mecánicas en función de la densidad aparente



1...Tensión de compresión σ_{10} [kPa]

2...Densidad aparente ρ_a [kg/m³]

Esta propiedad se requiere en los productos de EPS sometidos a carga, como suelos, cubiertas, aislamiento perimetral de muros, etc. En la práctica la deformación del EPS en estas aplicaciones sometidas a carga es muy inferior al 10%.

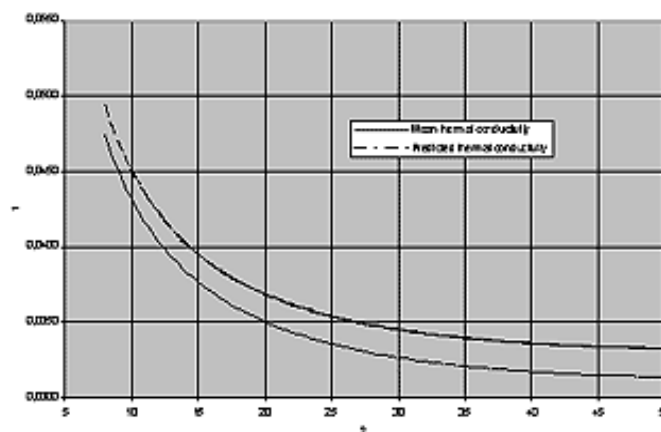
Los productos de EPS tienen una deformación por fluencia de compresión del 2% o menos, después de 50 años, mientras estén sometidos a una tensión permanente de compresión de $0,30 \sigma_{10}$.

4.1.1.2 Aislamiento térmico

Los productos y materiales de poliestireno expandido - EPS presentan una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío. De hecho, muchas de sus aplicaciones están directamente relacionadas con esta propiedad: por ejemplo cuando se utiliza como material aislante de los diferentes cerramientos de los edificios o en el campo del envase y embalaje de alimentos frescos y perecederos como por ejemplo las familiares cajas de pescado. Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno. Aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (poliestireno). De todos es conocido que el aire en reposo es un excelente aislante térmico. La capacidad de aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica λ que en el caso de los productos de EPS varía, al igual que las propiedades mecánicas, con la densidad aparente. El gráfico adjunto nos muestra esta influencia:

- 1...Conductividad térmica λ [W/m·K]
- 2...Densidad aparente ρ_a [kg/m³]

Figura 54. Conductividad térmica vs densidad aparente



Existen nuevos desarrollos de materia prima que aportan a los productos transformados coeficientes de conductividad térmica considerablemente inferiores a los obtenidos por las materias primas estándar.

4.1.1.3 Comportamiento frente al agua y vapor de agua

El poliestireno expandido no es higroscópico, a diferencia de lo que sucede con otros materiales del sector del aislamiento y embalaje. Incluso sumergiendo el material completamente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores oscilando entre el 1% y el 3% en volumen (ensayo por inmersión después de 28 días). Nuevos desarrollos en las materias primas resultan en productos con niveles de absorción de agua aún más bajos. Al contrario de lo que sucede con el agua en estado líquido el vapor de agua sí puede difundirse en el interior de la estructura celular del EPS cuando entre ambos lados del material se establece un gradiente de presiones y temperaturas. Para determinar la resistencia a la difusión del vapor de agua se utiliza el factor adimensional μ que indica cuantas veces es mayor la resistencia a la difusión del vapor de agua de un material con respecto a una capa de aire de igual espesor (para el aire $\mu = 1$). Para los productos de EPS el factor μ , en función de la densidad, oscila entre el intervalo $\mu = 20$ a $\mu = 100$. Como referencia, la fibra de vidrio tiene un valor $\mu = 1$ y el poliestireno extruido $\mu = 150$.

4.1.1.4 Estabilidad dimensional

Los productos de EPS, como todos los materiales, están sometidos a variaciones dimensionales debidas a la influencia térmica. Estas variaciones se evalúan a través del coeficiente de dilatación térmica que, para los productos de EPS, es independiente de la densidad y se sitúa en los valores que oscilan en el intervalo $5-7 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, es decir entre 0,05 y 0,07 mm. Por metro de longitud y grado Kelvin. A modo de ejemplo una plancha de aislamiento térmico de poliestireno expandido de 2 metros de longitud y sometida a un salto térmico de 20° C experimentará una variación en su longitud de 2 a 2,8 mm.

4.1.1.5 Comportamiento frente a factores atmosféricos

La radiación ultravioleta es prácticamente la única que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. Dichos efectos pueden evitarse con medidas sencillas, en las aplicaciones de construcción con pinturas, revestimientos y recubrimientos.

4.1.1.6 Propiedades químicas

El poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos. Si se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias. En la siguiente tabla se detalla más información acerca de la estabilidad química del EPS.

Tabla 9. Propiedades químicas del poliestireno expandido

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salina (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos concentrados (sin agua) al 100%	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, esterres,..)	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina, vaselina	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie
Aceite de diesel	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie

4.1.1.7 Propiedades biológicas

El poliestireno expandido no constituye sustrato nutritivo alguno para los microorganismos. Es imputrescible, no enmohece y no se descompone. No obstante, en presencia de mucha suciedad el EPS puede hacer de portador de microorganismos, sin participar en el proceso biológico. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. Los productos de EPS cumplen con las exigencias sanitarias y de seguridad e higiene establecidas, con lo que pueden utilizarse con total seguridad en la fabricación de artículos de embalaje destinados al contacto alimenticio. El EPS no tiene ninguna influencia medioambiental perjudicial no es peligroso para las aguas. Se pueden adjuntar a los residuos domésticos o bien ser incinerados. En cuanto al efecto de la temperatura, mantiene las dimensiones estables hasta los 85°C. No se produce descomposición ni formación de gases nocivos.³⁸

4.2 ANTECEDENTES HISTORICOS

4.2.1 Placas con piezas de aligeramiento en poliestireno expandido (EPS)

El poliestireno expandido, al igual que el resto de plásticos, son fruto de las innovaciones científicas y tecnológicas del siglo XX. Su descubridor fue el Doctor Fritz Stastny, de los laboratorios BASF para el desarrollo de materiales plásticos en Ludwigshafen (Alemania).

La primera patente del producto fue extendida a nombre de BASF, donde figuraban como inventores el Dr. Fritz Stastny y el jefe de su departamento el Dr. Rudolf Gäth y se presentó el 28 de febrero de 1950, fecha en que se considera formalmente el inicio del poliestireno expandido. En los años siguientes, él mismo y su equipo desarrollarían la expansión con vapor de agua, la polimerización en suspensión para la obtención de perlas, la

³⁸ http://www.anape.es/eps_pr.htm

transformación en dos fases (preexpansión y sintetización) y, curiosamente la optimización del contenido de gas expandente; el 6% que aún se mantiene hoy en día. A partir de la patente del producto se empiezan a desarrollar aplicaciones para el nuevo material. Se transforma mediante mecanizado y moldeado y se obtienen aplicaciones diversas especialmente en los campos del aislamiento térmico, embalaje, conservación y transporte de alimentos, fabricación de moldes, árido para hormigones y aplicaciones diversas en el campo de la construcción.

Posteriormente se desarrollan diversas aplicaciones con bloques de EPS para placas reticulares, placas unidireccionales con vigueta de hormigón armado, semivigueta, vigueta metálica, con hormigón vertido “in-situ, etc.”³⁹

4.3 CASETÓN DE POLIESTIRENO

El casetón de poliestireno es una herramienta de construcción versátil que reemplaza cualquier tipo de aligeramiento de losa convencional. Este es un sistema de instalación y recuperación de bloques segmentados de poliestireno expandido, recubierto por polietileno, lo que permite una reutilización permanente del producto, sus dimensiones y densidades son variables

El casetón es un producto de poliestireno expandido, que viene en presentación de cubos o bloques de diferentes medidas que son cortados de acuerdo a la necesidad de cada obra.

³⁹ <http://www.anape.es/pdf/Manual%20de%20Aligeramiento.pdf>

Figura 55. Casetón de Poliestireno expandido



4.3.1 Propiedades casetón de poliestireno

El casetón de poliestireno expandido tiene excepcionales cualidades de aislamiento térmico y extraordinaria resistencia, tornando en cuenta su bajísima densidad (desde 10 hasta 25 kg/m³) no se contrae ni se pudre y prácticamente no absorbe agua, por lo que conserva sus prioridades indefinidamente.⁴⁰

Tabla 10. Propiedades Físicas del poliestireno expandido según su densidad

PROPIEDADES FÍSICAS			
DENSIDAD (kg/1M ³)	12 Kg/m ³	17 Kg/m ³	25 Kg/m ³
Coef. de transferencia de Calor a 0°C 32°F)	0.038 k cal/mh °C	0.031 k cal/mh °C	0.027 k cal/mh °C
Temperatura máxima de trabajo bajo carga (1.000 kg/m ³)	80 °C	80 °C	83 °C
Temperatura mínima de trabajo optima	-150 °C	-150 °C	-150 °C
Resistencia a la compresión (10% deformación).	0.6 Kg/cm ²	0.7 Kg/cm ²	1.2 Kg/cm ²
Resistencia a la tensión	2.0 Kg/cm ²	2.5 Kg/cm ²	3.2 Kg/cm ²
Resistencia al corte	5.4 Kg/cm ²	6.6 Kg/cm ²	8.5 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	1.9 Kg/cm ²	2.07 Kg/cm ²	3.2 Kg/cm ²
Permeabilidad al Vapor de agua	1.9 g/m ² h	1.4 g/m ² h	0.59 g/m ² h

⁴⁰ http://www.formaplac.com/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=121

El casetón utilizado durante la obra Casa Puyana era de densidad 12 Kg/ m³

4.3.2 Ventajas del sistema de casetón en poliestireno expandido

El Poliestireno Expandido – EPS, por el hecho de ser una espuma rígida y ligera, aunque extraordinariamente fuerte y resistente, permite aplicaciones excepcionales poco conocidas en nuestro país, como la cimentación de carreteras, puentes, y grandes obras públicas. No se trata de aplicaciones nuevas o recientes, los ingenieros civiles llevan más de 25 años aprovechando las características del EPS para reemplazar a los materiales de origen mineral en el relleno de obras de tierra en suelos de arcilla blanda, turba o limo y en el aligeramiento de estructuras.⁴¹

La idoneidad del Poliestireno Expandido – EPS para las aplicaciones de Obra Civil, se basa en las ventajas que ofrece como material:

4.3.2.1 Costo económico

El costo económico de la estructura es fruto de diversos factores que condicionan en gran medida el diseño estructural. El costo de ejecución de la estructura es importante pudiendo llegar y en algunos casos a superar el 30 % del costo final del edificio. Por este motivo la optimización de los recursos (rendimientos de la mano de obra), el costo de los materiales, y los gastos logísticos (transporte de materiales, medios mecánicos para su manipularlos (grúas, etc.) deben de tenerse muy en cuenta en su ejecución.

De estos tres factores citados dependerá en gran medida el costo final de la estructura.

El casetón en EPS permite reducir los tiempos de ejecución de obra entre 10% y 30% comparado con el sistema utilizado tradicionalmente. Su facilidad para modificarse le permite acomodarse a cualquier diseño de losa proporcionando

⁴¹ <http://www.anape.es/pdf/Manual%20de%20Aligeramiento.pdf>

casetones de formas atípicas y con cambio en las dimensiones de manera inmediata.

Figura 56. Corte y arreglo de casetón según medidas de la placa



Fuente: Registro fotográfico propio

Este sistema utilizado adecuadamente puede ser reutilizado hasta 20 veces. El material se encuentra en constante proceso de armado, instalación y de recuperación, lo cual garantiza el mínimo desperdicio y limpieza frente al trabajo.

Figura 57. Placa lista con Casetón de poliestireno



Fuente: Registro fotográfico propio

4.3.2.2 Seguridad e higiene en la ejecución

La planificación de los trabajos de seguridad y salud permitirán el diseño y ejecución de la estructura en aquellos aspectos que lo hagan necesario. La estructura es siempre el primer elemento constructivo que se ejecuta. La adopción de medidas de seguridad en esta fase es importantísima, especialmente aquellas medidas encaminadas a reducir el riesgo de caída a doble altura. Evidentemente el uso de casetones ligeros y especialmente los de EPS evitan al contratista el tener que invertir cualquier tipo de recursos por los conceptos anteriormente mencionados.

La rentabilidad del contratista al utilizar piezas de aligeramiento de EPS está ligada a tres parámetros básicos.⁴²

Por un lado un aumento de los rendimientos de colocación, ya que al ser un elemento menos pesado que otros tipos de casetón se logra colocar más metros cuadrados en menos tiempo.

Figura 58. Limpieza en el área de trabajo con casetón de poliestireno



Fuente: Registro fotográfico propio

⁴² <http://www.anape.es/pdf/Manual%20de%20Aligeramiento.pdf>

Figura 59. Colocación de casetón de poliestireno expandido



Fuente: Registro fotográfico propio

Por otro lado se reduce la inversión en medios auxiliares para el transporte y manipulación de los mismos. El transporte de materiales ligeros es más económico y además genera una ventaja medio ambiental ya que permite un menor consumo energético y de desgaste de maquinaria (ruedas y carburante del camión, electricidad de la grúa, etc...)

Y en definitiva y mucho más importante, al utilizar piezas de EPS se reducen las bajas laborales porque:

- No se manifiestan dolores dorsolumbares ya que se trata de cargas muy livianas.
- No se producen en su manipulación heridas o arañazos producidos por esquinas demasiado afiladas, astillamientos en la carga, superficies demasiado rugosas, cortantes, afiladas, etc.
- No se producen contusiones por caídas de la carga debido a la suavidad de la superficie del material, etc.

- Durante la fabricación y la instalación del EPS, no se requiere ninguna protección particular, ya que los productos no son irritantes ni tóxicos (no se requiere mascarilla ni guantes). No existe ningún caso de enfermedad ligado al EPS.

Figura 60. Transporte de casetón de poliestireno



Fuente: Registro fotográfico propio

4.3.2.3 Medio ambiente

La utilización de materiales que lleven un costo energético reducido en su producción y transformación, la utilización de técnicas de reutilización y reciclaje así como el incentivar comportamientos respetuosos con el medio ambiente en el sector de la construcción (vertidos y utilización de productos tóxicos) deben de ser valoradas en la fase de diseño y ejecución de la estructura. El sector de la construcción, es considerado uno de los sectores más importantes dentro de la actividad industrial, es por ello que la introducción

en este campo de una cultura basada en los principios medioambientales conllevaría un importante beneficio a la sociedad.

El sistema de aligeramiento en poliestireno expandido utilizado adecuadamente puede ser reutilizado hasta 20 veces. El material se encuentra en constante proceso de armado, instalación y recuperación, lo cual garantiza el mínimo desperdicio y limpieza en el frente de trabajo.

4.3.2.4 Ahorro de concreto y acabado final en la estructura

Con el uso del casetón de poliestireno expandido se obtiene un mayor rendimiento de concreto, ya que no se generan desperdicios por pandeos, filtraciones o sobrecargas de losas. Respecto al acabado final el concreto copia la superficie lisa del polietileno (plástico con el cual es forrado el casetón), permitiendo un acabado más homogéneo. Los casetones en poliestireno quedan perfectamente alineados, manteniendo constantes los espesores de vigas y viguetas.

Figura 61. Vista de casetón instalado bajo placa



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 62. Acabado de placa con casetón de poliestireno



Fuente: Registro fotográfico propio

4.3.2.5 Comportamiento frente al agua

Al contrario que muchos otros materiales de construcción, el poliestireno expandido no es higroscópico. Tan sólo sumergido totalmente en agua, absorbe un despreciable porcentaje de la misma. Esto es debido a la estructura de celdas esencialmente cerrada que forman las diferentes perlas que al soldarse entre sí conforman las piezas de poliestireno expandido (EPS).

4.3.2.6 El EPS y la salud

El EPS no es un producto tóxico, no tiene peligro en su uso cotidiano, como lo pone de manifiesto su empleo en el mundo entero como material de envase y embalaje en el sector agro-alimentario, que implica un contacto directo con los alimentos. En sus aplicaciones en Construcción, el EPS se utiliza principalmente como aislamiento térmico, aligeramiento de placas, como

encofrado perdido, rellenos y en diversas aplicaciones singulares, sin riesgo para el que lo fabrica, lo instala o lo utiliza.

El EPS no requiere de elementos de seguridad y precaución particular durante su manipulación, ya que el material no genera alergias, ni ningún tipo de enfermedad en contacto directo con las manos. El EPS no contiene fibras, ni ningún gas distinto del aire.

4.3.3 Desventajas del sistema de casetón en poliestireno expandido

Según las características antes mencionadas de este material, así como sus ventajas, podemos ver que no posee desventajas que hagan este sistema ineficiente. La desventaja de este sistema radica en el desconocimiento de que acciones tomar una vez este ha llegado al final de su vida útil en obra, este desconocimiento puede llegar a que algunas de las ventajas como seguridad e higiene en la ejecución se conviertan en desventajas como lo muestran las siguientes imágenes.

Figura 63. Botadero de casetón de poliestireno en lote URBANAS S.A



Fuente: Registro fotográfico propio

Figura 64. Desaseo en el sitio de trabajo



Fuente: Registro fotográfico propio

Es importante conocer la disposición final de este material de modo que sus ventajas no se conviertan en desventajas y generen inconvenientes en la ejecución de la obra

4.4 DISPOSICIÓN FINAL DEL CASETÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO - EPS

Una vez puesto en obra, el EPS resiste los asentamientos y garantiza el mantenimiento de sus propiedades, motivo por el cual que puede ser reutilizado y reciclado. También puede ser utilizado como material de combustión y producción de energía.

4.4.1 Reciclado del EPS

Los residuos de la construcción se clasifican según su procedencia o según su naturaleza;

Según su procedencia

- Derribo.
- Nueva construcción.
- Excavación.

Según su naturaleza

- Residuo inerte.
- Residuo Banal o no especial.
- Residuo especial.

Los restos y residuos de EPS se consideran un residuo inerte y pueden proceder como resto de las piezas utilizadas en nueva construcción, como derribo de una construcción existente o como residuos de EPS que han llegado al final de su vida útil.

Actualmente en Colombia existen algunas empresas dedicadas al reciclaje de este material sin ningún costo, algunas de ellas son:

FORMAPLAC LTDA

PROMAPLAST LTDA

Estas empresas sin ningún costo procesan el EPS para general otros productos o aditivos como ya hemos mencionado o para reincorporar este material y generar nuevamente EPS. Los procesos mediante se recicla este material son los siguientes.

4.4.1.1 Reciclado mecánico

A partir de sencillos procesos de trituración o compactado y extrusión de los residuos procedentes de productos de EPS usados, pueden obtenerse nuevas aplicaciones como:

- Fabricación de nuevas piezas de poliestireno expandido: Una vez triturados y molidos los residuos de EPS, se mezclan en determinados porcentajes con el material pre-expandido virgen para la fabricación de nuevos bloques y piezas moldeadas de poliestireno expandido. Según

sus aplicaciones, los nuevos productos pueden contener material reciclado con tasas superiores al 40%.

- Incorporación a otros materiales de construcción: Los residuos de EPS, tras su molido a diferentes granulometrías, se mezclan con otros materiales de construcción para aportar ligereza y prestaciones de aislamiento térmico. De esta forma se fabrican hormigones aligerados, ladrillos porosos, placas de drenaje, morteros y revocos aislantes.
- Mejora de suelos: Las partículas molidas de EPS se utilizan para ser mezcladas con la tierra de cultivo y de esta forma se mejora su drenaje y aireación, contribuyendo a un mejor desarrollo de las plantas. Muchos viveros que utilizan semilleros y bandejas de transporte de macetas de poliestireno expandido aprovechan estos productos, una vez cumplida su función, para esta aplicación.
- Producción de granza de PS (poliestireno compactado): Los residuos, una vez triturados y compactados se destinan a plantas recicladoras de plásticos, donde a través de procesos de extrusión se obtiene una nueva materia prima: el poliestireno compactado (PS) en forma de granza. Esta nueva materia prima se emplea para fabricar piezas sencillas mediante moldeado por inyección como perchas, bolígrafos, cassetes de audio y vídeo, carcasas, macetas, material de oficina, etc.

4.4.1.2 Reciclaje Químico

A partir del reciclado químico de los materiales plásticos, también conocido como feedstock recycling, se pueden obtener las materias primas de partida.

En el cuadro adjunto se presentan los diferentes procesos y los productos que se obtienen.

Tabla 11. Procesos y productos del reciclado químico del poliestireno expandido

PROCESO	PRODUCTO OBTENIDO
ALCOHOLISIS	NUEVOS MONOMEROS
PIROLISIS, HIDROGENACION	PRODUCTOS PETROQUIMICOS
GASIFICACION	GAS DE SINTESIS

4.4.1.3 Recuperación energética

El reciclado no siempre tiene por qué constituir la mejor opción a la hora de gestionar los residuos, ya sea por motivos económicos, medioambientales, logísticos o por una combinación de todos estos factores. Para estos casos, diversos estudios y ecobalances han puesto de manifiesto que la combustión limpia con recuperación energía constituye una buena solución a la hora de tratar estos residuos.

El EPS, como todos los materiales plásticos, tiene un alto poder calorífico (1kg. De EPS contiene tanta energía como 1,3 litros de combustible de calefacción), por lo que es un material idóneo para esta opción de tratamiento de residuos. Además el empleo de residuos de EPS como fuente energética, evita o atenúa la necesidad de consumir combustibles fósiles, contribuyendo a la conservación de estos recursos naturales.

Con respecto a esta alternativa para la gestión de los residuos, en ocasiones se plantea la posible toxicidad de las emisiones. En el caso del EPS no hay ningún problema en este sentido, ya que cuando la incineración se realiza en instalaciones modernas y a altas temperaturas, los productos de combustión son esencialmente vapor de agua, dióxido de carbono y niveles muy pequeños de cenizas no tóxicas.

4.4.1.4 Vertido

El vertido es la opción menos deseable de entre todas las alternativas para la gestión de los residuos, ya que implica un desaprovechamiento de los recursos

naturales al no poder valorizar estos residuos, ya sea a través de nuevas aplicaciones o de la extracción del contenido energético de los mismos. Pero cuando no haya otro método de gestión alternativo y viable, los residuos de EPS pueden destinarse al vertedero con total seguridad, ya que el material es biológicamente inerte, no tóxico y estable. Y como no se degrada, no contribuye a la formación de gas etano (con su correspondiente potencial de “efecto invernadero”) y por su carácter inerte y estable, tampoco es fuente de lixiviados para las aguas subterráneas.⁴³

⁴³ http://www.anape.es/Notas%20de%20Prensa/El_ciclo_de_vida_del_EPS-Revista_Recupera.pdf

5. CONCLUSIONES

A la fecha de la terminación de la practica el avance en la ejecución del plan de calidad de la obra Casa Puyana es del 77.38%, habiéndose ejecutado casi en su totalidad los ensayos y pruebas descritos en este informe como: Resistencia a la compresión en concretos, prueba de absorción en mampostería, pruebas de estanqueidad, pruebas hidrosanitarias, ensayo de resistencia en aceros y pruebas de hermeticidad. Cuando se comenzó la práctica este avance era del 36.60%.

En la construcción de una estructura y en todo proceso en general es indispensable la realización de todos los controles de calidad a los materiales, actividades y diseños para garantizar la integridad y buen funcionamiento de todos y cada uno de los elementos que la conforman.

La ejecución del control de calidad no solo es beneficioso para el cliente, sino también para la empresa, ya que si se tiene una buena supervisión sobre las actividades y calidad de los materiales con lo cual se evitara cualquier tipo de retrabajos los cuales tienen un impacto negativo en el costo final de la obra.

El objetivo del control de calidad es entregar como resultado final un producto que cumpla con todas las especificaciones y estándares que se fueron ofrecidos al cliente, URBANAS S.A es una constructora que se destaca por ofrecer altos estándares de calidad, que solo se pueden lograr cumpliéndose a cabalidad con las normas establecidas por la empresa y por las respectivas normas técnicas.

El poliestireno expandido es una espuma rígida y ligera extraordinariamente fuerte y resistente que permite aplicaciones excepcionales en la construcción poco conocidas en nuestro país y en especial en Bucaramanga.

El casetón de poliestireno expandible –EPS, reduce entre un 10 y 30% los tiempos de ejecución debido a la facilidad para su colocación, cambio de dimensiones de manera inmediata y fácil transporte, todos estos factores influyen en la reducción del costo en la mano de obra teniendo un impacto positivo en el costo final de la estructura.

El casetón de poliestireno es un residuo inerte y su tiempo de gradación es de 1000 años, por lo cual no se puede disponer en un relleno sanitario, por esta razón su disposición final debe ser la reutilización y aprovechamiento como materia prima para la fabricación de nuevos materiales o materia prima para la fabricación de nuevo poliestireno expandible. Esto es posible debido a este material es 100% reciclable.

Esta práctica empresarial fue importante para mi crecimiento personal y profesional debido a que gracias a ella fue posible adquirir conocimientos específicos de la ingeniería civil en la construcción, además de poner en práctica otros adquiridos durante la academia.

BIBLIOGRAFIA

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 2 Ensayo a tracción para materiales metálicos. Método de ensayo a temperatura ambiente. Bogotá, D.C. 1995-11-29.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 396 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Bogotá, D.C. 1992-01-15.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 454 Concreto fresco. Toma de muestras. Bogotá, D.C. 1998-09-23.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 550 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Bogotá, D.C. 2000-06-21.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 673 Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. Bogotá, D.C. 2000-06-21.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas . NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería. Bogotá D.C. 2004-11-03

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 2289. Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto., Bogotá D.C.2007-12-12

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 2310. Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado, para refuerzo de concreto, Bogotá D.C.2003-11-26.

URBANAS S.A. Manual de calidad. 2010. GER-MA-01.Versión 11

URBANAS S.A., Plan de Calidad, CTR-FO-04, Bucaramanga Colombia, Versión 6.

URBANAS S.A., Especificaciones Generales del proyecto, DIS-ES-01 Bucaramanga Colombia, Versión 4

http://www.formaplac.com/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=121

<http://www.durapanel.com.co/Productos/Caset%C3%B3nDurapor/tabid/69/Default.aspx>

<http://www.icoporesdeoccidentesas.com/pdf/casetones.pdf>

<http://www.anape.es/index.html>

http://www.anape.es/eps_pr.htm

<http://www.anape.es/pdf/Manual%20de%20Aligeramiento.pdf>

[http://www.anape.es/Notas%20de%20Prensa/El ciclo de vida del EPS-Revista Recupera.pdf](http://www.anape.es/Notas%20de%20Prensa/El_ciclo_de_vida_del_EPS-Revista_Recupera.pdf)

[http://www.anape.es/Notas%20de%20Prensa/Reciclado de residuos de EPS-Revista-infoenviro.pdf](http://www.anape.es/Notas%20de%20Prensa/Reciclado_de_residuos_de_EPS-Revista-infoenviro.pdf)

<http://www.epsrecycling.org/pages/recycle5.html>

ANEXOS

Anexo 1. curva de evolución del concreto

