

**ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CUMPLIMIENTO DEL
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD EN OBRAS DE RUITOQUE
CONDominio.
ALDEA COMERCIAL, PRADERA Y NAUTICA.**

**EDGAR LEONARDO MATEUS RONDON
JOSE RICARDO BARRAGAN TORRES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2009**

**ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CUMPLIMIENTO DEL
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD EN OBRAS DE RUITOQUE
CONDominio.
ALDEA COMERCIAL, PRADERA Y NAUTICA.**

**EDGAR LEONARDO MATEUS RONDON
JOSE RICARDO BARRAGAN TORRES**

**Trabajo de grado realizado en la modalidad practica empresarial como
requisito para obtener el título de Ingeniero Civil**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO
ING. WILFREDO DEL TORO**

Docente de Planta Escuela de Ingeniería Civil - U.I.S.

**TUTOR PRÁCTICA EMPRESARIAL
ING. JULIÁN MORA CHÁVEZ**

Director de Interventoría y Control de Costos -URBANAS S.A.-

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIA

A María, mi madre, quien me ha cubierto con su amor y cariño enseñándome a vivir como una persona correcta.

A José Nelson, mi padre, excelente persona, ejemplo constante de voluntad, trabajo y sacrificio a quien espero llegar a igualar.

A Oscar Iván, mi hermano y a Marisol por ser ejemplo de fortaleza, compromiso y dedicación, y sus buenos consejos.

A Xiomara y Claudia Marcela, mis hermanas, quienes me han llenado de amor y confianza.

A Jostin Sebastián, mi sobrino, simplemente por existir y permitirme acompañarlo en su camino, que recién inicia.

A mi familia por el apoyo incondicional brindado en todo momento.

Primero que todo este libro está dedicado a Dios.

A mis padres Esperanza y Renan por enseñarme a luchar hacia adelante, por su gran capacidad y corazón de entrega, y sobre todo por su incondicional ayuda para formarme como persona responsable.

A mis hermanos Luísa, Juan Pablo y Maura por sus consejos y ayudas cuando más los necesitaba.

A mi Abuelita Josefina y Mi tía Guíllermína por la fortaleza y motivación que me dieron para seguir superándome.

A mis Familiares por su absoluta apoyo.

A mis amigos que me acompañaron en las buenas y malas durante esta etapa de mi vida.

EDGAR L.MATEUS.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La empresa Urbanizadora David Puyana URBANAS S.A. por el haber brindado la oportunidad de realizar la práctica empresarial y haber abierto sus puertas para entrar a conocer los procesos y actividades desarrolladas en una constructora.

Todos los ingenieros, ingenieras, arquitectos y personal en general de las obras Aldea Comercial, La Pradera y Náutica de Ruitoque Condominio por la ayuda y consejos brindados en el transcurso de la práctica empresarial.

Al Ingeniero Wilfredo del Toro, Docente Universitario y Director de la práctica por su apoyo en la realización de este libro.

A todos los compañeros por su incondicional apoyo y compañía durante esta formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	23
1. OBJETIVOS	25
1.1 OBJETIVO GENERAL	25
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
2. INFORMACION DE LA EMPRESA	27
2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	27
2.2 DESCRIPCION GENERAL DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	27
2.3 MISION	28
2.4 VISION	28
2.5 OBJETIVOS DE CALIDAD	28
3. DESCRIPCIÓN OBRAS DONDE SE DESARROLLO EL SEGUIMIENTO AL S.G.C	29
3.1 DESCRIPCION URBANISMO LA PRADERA	29
3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO LA PRADERA	31
3.2.1 Movimientos de Tierra	31
3.2.2 Alcantarillado de Aguas Negras	32
3.2.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias	33
3.2.4 Red Hidráulica	33
3.2.5 Vías y Andenes	35
3.2.6 Red Eléctrica y de Comunicaciones	36
3.2.7 Red de Gas Natural	36

	Pág.
3.2.8 Parques y Zonas Verde	36
3.3 DESCRIPCION URBANISMO NAUTICA	38
3.4 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO NAUTICA	39
3.4.1 Movimientos de Tierra	39
3.4.2 Alcantarillado de Aguas Negras	43
3.4.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias	43
3.4.4 Red Hidráulica.	44
3.4.5 Vías y Andenes.	45
3.4.6 Red Eléctrica y de Comunicaciones	45
3.4.7 Red de Gas Natural	46
3.4.8 Parques y Zonas Verdes	46
3.5 DESCRIPCION URBANISMO ALDEA COMERCIAL	47
3.6 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO ALDEA COMERCIAL	49
3.6.1 Movimientos de Tierra	49
3.6.2 Alcantarillado de Aguas Negras	51
3.6.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias	52
3.6.4 Red Hidráulica	53
3.6.5 Vías y Andenes	54
3.6.6 Red Eléctrica y de Comunicaciones	56
3.6.7 Red de Gas Natural	56
3.6.8 Especificaciones de la Construcción	57
4. PLANIFICACION DEL CONTROL DE CALIDAD DE OBRA, PRUEBAS Y ENSAYOS DESARROLLADOS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	64
4.1 ELABORACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA	64

	Pág.
4.2 REGISTROS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA OBRA	66
4.2.1 Aparatos Topográficos	66
4.2.2 Calibración de Manómetro	66
4.2.3 Maquina de Ensayo a Compresión y Tracción	67
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO AUXILIAR DE CALIDAD EN OBRA	67
4.4 ENSAYOS Y PRUEBAS	70
4.4.1 Verificación de Flexómetros	70
4.4.2 Prueba de Estanqueidad	72
4.4.3 Prueba de Presión Hidráulica	73
4.4.4 Ensayo de Hermeticidad	74
4.4.5 Control de Calidad en Concretos	76
4.4.6 Control de Calidad para el Acero de Refuerzo	84
5. MUROS DE CONTENCIÓN	86
5.1 NOMENCLATURA	86
5.2 CLASIFICACIÓN	87
5.2.1 Muros Rígidos	87
5.2.1.1 Muro de Gravedad	88
5.2.1.2 Muros de Semi-Gravedad	88
5.2.1.3 Muros de Voladizo	89
5.2.1.4 Muros con Contrafuertes	90
5.2.2 Muros Flexibles	91
5.2.2.1 Gaviones	91
5.2.2.2 Cribas	92
5.2.3 Muros en Tierra Armada	92

	Pág.
5.3 CARGAS DE DISEÑO	93
5.4 PRESIÓN DE TIERRAS SOBRE LOS MUROS	94
5.4.1 Presión de Tierras de Coulomb	95
5.4.1.1 Presión Activa	96
5.4.1.2 Presión Pasiva	97
5.4.2 Presión de Tierras de Rankine	99
5.4.2.1 Presión Activa	99
5.4.2.2 Presión Pasiva	100
5.4.3 Suelos Cohesivos	100
5.4.4 Presión de Agua y Nivel Freático	101
5.4.5 Angulo de Fricción Muro-Suelo (δ) y Adhesión (Ca)	101
5.4.6 Empuje Producido por Sobrecargas	102
5.4.7 Evaluación del Efecto del Sismo	104
5.5 ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN	106
5.5.1 Chequeo por Vuelco	107
5.5.2 Chequeo por Deslizamiento	108
5.5.3 Chequeo de Capacidad de Carga	109
6. MUROS DE CONTENCIÓN DE LA OBRA, DESCRIPCION, COMPARATIVOS CANTIDADES Y ANALISIS DE ESTABILIDAD	110
6.1 DESCRIPCION METODO CONSTRUCTIVO	110
6.1.1 Localización del Tramo	110
6.1.2 Excavación y Replanteo de Piso	111
6.1.3 Armado de Base	112
6.1.4 Armado de Pantalla	113
6.1.5 Instalación de Geodren Planar y Filtro	115
6.1.6 Relleno	116

	Pág.
6.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN	117
6.3 DESCRIPCIÓN CANTIDAD DE MATERIAL SEGÚN DISEÑO	119
6.3.1 Cantidades de Acero	120
6.3.2 Cantidad de Concreto	122
6.3.3 Relación Acero/ Concreto	124
6.4 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE MUROS SEGÚN DISEÑO	126
6.4.1 Ejemplo de Cálculo en Muro de Contención Tipo 2 de 5.00m	127
6.4.2 Resumen y Comparativo Muros de Contención Tipo 1 y Tipo 2.	132
6.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LOS MUROS CONSTRUIDOS EN LOS LOTES 31, 28 Y 27.	135
6.5.1 Ubicación de los Tramos lote 31 de Muro de Contención a Analizar	137
6.5.2 Ubicación de los Tramos lote 27 y 28 de Muro de Contención a Analizar	140
7. CONCLUSIONES	144
BIBLIOGRAFIA	146
ANEXOS	148

LISTADO DE FIGURA

	Pág.
Figura. 1 Planta general Urbanismo La Pradera	29
Figura. 2 Muros en tierra armada de La Pradera	31
Figura. 3 Tanque de almacenamiento La Pradera	34
Figura. 4 Sistema de bombeo La Pradera	35
Figura. 5 Losas de pavicrete La Pradera	35
Figura. 6 Sardineles Ruitoqueño y prefabricado	35
Figura. 7 Zona de portería La Pradera	37
Figura. 8 Zona Social La pradera	37
Figura. 9 Planta general Urbanismo Náutica	38
Figura. 10 Movimiento de tierras zona cabañas Náutica	40
Figura. 11 Movimiento de tierras zona lotes	41
Figura. 12 Movimiento de tierras zona sur cabañas	41
Figura. 13 Box Culvert Náutica	42
Figura. 14 Muro de tierra armada Náutica	42
Figura. 15 Pozos de inspección: Pluvial y sanitario Náutica	44
Figura. 16 Planta general Urbanismo La Aldea Comercial	47
Figura. 17 Movimientos de tierra caddies Aldea Comercial	50
Figura. 18 Relleno de tierra admón. Aldea Comercial	50
Figura. 19 Empradización talud caddies Aldea comercial	50
Figura. 20 Construcción cilindro pozo de inspección y cañuelas Aldea comercial	51
Figura. 21 Construcción de canaleta Aldea Comercial	52
Figura. 22 Construcción tanque de almacenamiento Aldea comercial	54
Figura. 23 Vía de acceso Aldea Comercial II	55
Figura. 24 Regla vibratoria de pavicrete	55
Figura. 25 Tablero Eléctrico	56
Figura. 26 Planta Eléctrica	56

	Pág.
Figura. 27 Pilotes para cimentación zona de caddies	57
Figura. 28 Cimentación local zona de caddies	58
Figura. 29 Estructura a porticada de oficinas	59
Figura. 30 Fundición placa aligerada oficinas	59
Figura. 31 Mampostería Confinada	59
Figura. 32 Colocación de mampostería oficinas y locales	60
Figura. 33 Frisos de exteriores e interiores	60
Figura. 34 Estructura de madera	61
Figura. 35 Colocación piso en madera.	62
Figura. 36 Colocación porcelanato puntos fijos	62
Figura. 37 Enchapes baños públicos	62
Figura. 38 Puertas y ventanas Aldea Comercial	63
Figura. 39 Flexómetro en buen estado	70
Figura. 40 Detalles araña de red Sanitaria	72
Figura. 41 Flauta, manómetro, y bomba de presión	73
Figura. 42 Prueba de una red hidráulica	74
Figura. 43 Prueba de Asentamiento	77
Figura. 44 Toma de muestras de concreto	82
Figura. 45 Partes de un muro de contención	86
Figura. 46 Muros de gravedad	88
Figura. 47 Muro de sema-gravedad	89
Figura. 48 Muros de voladizo	90
Figura. 49 Muros con contrafuertes	90
Figura. 50 Elementos constitutivos de un gavión	91
Figura. 51 Esquemas generales de muros criba	92
Figura. 52 Tiras metálicas en muro de tierra	93
Figura. 53 Cargas de diseño en un muro de contención	94

	Pág.
Figura. 54 Esquema de fuerzas para presión activa	96
Figura. 55 Esquema de fuerzas para presión pasiva	97
Figura. 56 Esquema de fuerzas para presión activa Rankine.	99
Figura. 57 Carga repartida infinita	102
Figura. 58 Carga en forma de tira	103
Figura. 59 Carga lineal paralela al muro	104
Figura. 60 Fuerzas sobre la cuña de falla	105
Figura. 61 Esquema de cargas y distancias	107
Figura. 62 Esquema muro en voladizo.	110
Figura. 63 Esquema muro con contrafuertes	110
Figura. 64 Excavación y replanteo de pisos	111
Figura. 65 Armado de base	112
Figura. 66 Refuerzo del tacón	112
Figura. 67 Fundida base	113
Figura. 68 Ubicación tubos para lloraderos	113
Figura. 69 Armado pantalla	113
Figura. 70 Encofrado pantalla	114
Figura. 71 Pantalla Muro	114
Figura. 72 Construcción filtro	115
Figura. 73 Detalle tubería PVC filtro	115
Figura. 74 Instalación de geodren planar	116
Figura. 75 Descole en tubería 2"	117
Figura. 76 Relleno en muro lote 31	117
Figura. 77 Gráfica de Acero Base Vs Altura	120
Figura. 78 Gráfica de Acero pantalla Vs Altura	121
Figura. 79 Gráfica de Acero Total Vs Altura	121
Figura. 80 Gráfica de Concreto Base Vs Altura	122

	Pág.
Figura. 81 Gráfica de Concreto Pantalla Vs Altura	123
Figura. 82 Gráfica de Concreto Total Vs Altura	123
Figura. 83 Gráfica Relación (Acero/ Concreto) Base Vs Altura	124
Figura. 84 Gráfica Relación (Acero/ Concreto) Pantalla Vs Altura	125
Figura. 85 Gráfica Relación (Acero/ Concreto) Total Vs Altura	125
Figura. 86 Esquemas de fuerzas Ejemplo	127
Figura. 87 Geometría muro Ejemplo	127
Figura. 88 Geometría para cálculo de Fuerzas y Momentos	130
Figura. 89 Gráfica de Deslizamiento Vs Altura	133
Figura. 90 Gráfica de Vuelco Vs Altura	133
Figura. 91 Gráfica de σ Pie Vs Altura	134
Figura. 92 Gráfica de σ Talón Vs Altura	135
Figura. 93 Gráfico resultado corte directo	136
Figura. 94 Planta ubicación muros lote 31	137
Figura. 95 CORTE A – A'	138
Figura. 96 CORTE B – B'	138
Figura. 97 CORTE C – C'	139
Figura. 98 CORTE D – D'	139
Figura. 99 CORTE E – E'	139
Figura. 100 Planta ubicación muros lotes 28 y 27	140
Figura. 101 CORTE A – A'	141
Figura. 102 CORTE B – B'	141
Figura. 103 CORTE C – C'	142
Figura. 104 CORTE D – D'	142
Figura. 105 CORTE E – E'	142

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla.1 Presiones para el ensayo de hermeticidad	75
Tabla.2 Requisitos para varillas Compactadoras	78
Tabla.3 Requisitos para la elaboración de ensayos	81
Tabla.4 Resistencias Esperadas al día de ensayo	84

ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. FORMATO CTR-FO-04 PLAN DE CALIDAD.	149
ANEXO 2. FORMATO CTR-FO-04-A1 PLAN DE CALIDAD ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION .	155
ANEXO 3. FORMATO CTR-FO-04-A2 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.	158
ANEXO 4. FORMATO CTR-FO-71 VERIFICACION Y AJUSTE DE APARATOS TOPOGRAFICOS.	164
ANEXO 5. FORMATO CTR-FO-31 REGISTRO CONTROL DIARIO DE CONCRETO.	165
ANEXO 6. FORMATO CTR-FO-16 REPORTE DENSIDADES DE CAMPO.	166
ANEXO 7. FORMATO CTR-FO-38 CONTROL DE ENTREGA DE PLANOS EN OBRA.	167
ANEXO 8. FORMATO CTR-FO-30 LISTADO DE VERIFICACION DE FLEXOMETROS.	168
ANEXO 9. FORMATO CTR-FO-26 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	169
ANEXO 10. FORMATO CTR-FO-25 CONTROL DE REDES HIDRÁULICAS INTERNAS.	170
ANEXO 11. CTR-FO-24 CONTROL DE REDES INTERNAS DE GAS.	171
ANEXO 12. FORMATO CTR-FO-15 ENSAYO DE CONCRETO.	172
ANEXO 13. TABLA ANGULO DE FRICCIÓN MURO – SUELO.	173
ANEXO 14. DESPIECES DE ACEROS SEGÚN PLANOS.	174
ANEXO 15. CHEQUEO DE MUROS DE CONTENCIÓN.	186
ANEXO 16. MAPA DE Aa NORMA NSR-98	187

RESUMEN

TITULO: ASISTENCIA TÉCNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CUMPLIMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN OBRAS DE RUITOQUE CONDOMINIO. ALDEA COMERCIAL, LA PRADERA Y NÁUTICA. *

AUTOR: BARRAGÁN TORRES, JOSÉ RICARDO
MATEUS RONDON, EDGAR LEONARDO. **

PALABRAS CLAVES: SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD, MURO DE CONTENCIÓN, ESTABILIDAD, DESLIZAMIENTO, VUELCO.

DESCRIPCION

En el presente proyecto se describe la práctica empresarial realizada en la empresa URBANAS S.A. como Auxiliares de Calidad en Obra en las obras de Ruitoque Condominio Aldea Comercial, La Pradera y Náutica, y el estudio de los muros de contención de la obra Náutica como aporte a la práctica.

En los primeros capítulos se recoge la información general de la empresa Urbanizadora David Puyana Urbanas S.A. misión, visión y objetivos, y se resume las características de las obras donde se desarrollaron las labores como Auxiliar de Calidad, las especificaciones de las diferentes actividades de las obras Aldea Comercial, La Pradera y Náutica como Movimiento de Tierras, Alcantarillado Pluvial y Residual, Redes Eléctricas, Hidráulicas, de Gas y Telecomunicaciones, Vías y Andenes entre otras.

El capítulo cuarto comprende un recuento general de todas las actividades realizadas en las obras en cumplimiento de la práctica y de los estándares del Sistema de Gestión de Calidad manejados por Urbanas S.A.

Los últimos capítulos comprende el aporte, el análisis de estabilidad y cantidad de materiales (Acero y concreto) de los muros de contención de la obra Náutica. En una primera parte se realiza un acercamiento al marco teórico del estudio de estabilidad de muros de contención basados en las teorías de Coulomb y Rankine, y efecto sísmico de Mononobe-Okabe, para luego realizar un análisis comparativo de la cantidad de material consumido por cada tipo de muro y de los factores de seguridad al deslizamiento y vuelco de los mismos apoyados en una herramienta de cálculo diseñada por los autores.

*Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

**Facultad de Ingeniería Físico- Mecánica. Escuela De Ingeniería Civil. Director: Ing. Wilfredo Del Toro Rodríguez. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez.

ABSTRAC

TITLE: TECHNIQUE-ADMINISTRATIVE ASSISTANCE FOR THE EXECUTION OF THE MEASURE OF QUALITY SYSTEM IN CONSTRUCTION WORKS OF RUITOQUE CONDOMINIUM.
ALDEA COMERCIAL, LA PRADERA Y NÁUTICA. *

AUTHORS: BARRAGÁN TORRES, JOSÉ RICARDO
MATEUS RONDON, EDGAR LEONARDO.**

KEYWORDS: MEASURE OF QUALITY SYSTEM, CONTAINMENT WALL, STABILITY, SLIP, OVERTURN

DESCRIPTION

In this project it is described the Business practice made in the company URBANAS S.A. as Quality of Construction Work Assistants in the works of Ruitoque condominium Aldea Comercial, The Pradera and Náutica, and the study of the containment walls of the Nautical work as contribution to the practice.

In the first chapters, the general information of the urbanizer company David Puyana Urbanas S.A. mission, vision and objectives, is reunited and the characteristic of the construction works where the job as Quality Assistants were developed, the specifications of the different activities of the construction works Aldea Comercial, The Pradera and Náutica like Movement of Lands, Pluvial and Residual Sewer system, Electric, Hydraulic, Gas and Telecommunications nets, Roads and Platforms among others.

The fourth chapter includes a general recount of all the activities carried out in the construction works in execution of the practice and the standards of the Measure of Quality System managed by Urbanas S.A

The last chapters contains the contribute, the stability analysis and the quantity of materials (Steel and Concrete) of the containment walls of the Nautical construction work. In the first part an approach to the theoretical mark of the stability study of containment walls based on the theories of Coulomb and Rankine, and seismic effect of Mononobe-Okabe It's made, to then carry out a comparative analysis of the quantity of material consumed by each type of wall and the factors of security to the slip and overturn of them, supported in a calculation tool designed by the authors.

*Project of Grade. Modality Business Practice.

**Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Ing. Wilfredo Del Toro Rodríguez. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez.

INTRODUCCION

El presente proyecto fue realizado como practica empresarial en la empresa constructora URBANA S.A. y tiene como objeto una cuestión destacada como lo es efectuar las consideraciones vinculadas el manejo del Sistema de Gestión de Calidad (S.G.C).

Uno de los principales retos para el manejo de este sistema se lleva en la actividad de la construcción, por lo que se hace necesario para esta clase de empresas buscar Personas idóneas, que junto al personal que existe en obra garantice el cumplimiento de esta norma. En base a lo mencionado la empresa Urbanas S.A. solicita un estudiante de último semestre de ingeniería civil, persona que se encuentra con la mayoría de los conocimientos teóricos básicos necesarios en cada una de las ramas de la carrera como lo son las Aguas, Suelos, Estructuras y Vías, para que se encargue de esta labor como Auxiliar de Calidad en obra y así ayude a aplicar, supervisar y garantizar el cumplimiento del S.G.C. brindándole de esta manera una excelente oportunidad para que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos y desarrolle una experiencia vital en obra dentro de su formación como profesional.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como fin mencionar las diferentes funciones que debe seguir el auxiliar de Calidad en la parte administrativa de oficina en el manejo de la documentación que llega y sale de la obra y a su vez en la parte practica de campo como lo es la realización de ensayos y pruebas en las diferentes actividades que se ejecutan en el terreno.

Con base a lo practicado y visto en obra se realizo un análisis de estabilidad de muros con los datos dados por el estudio de suelos y los diseños ejecutados en la obra, utilizando una hoja de Excel para los dos tipos de diseños de muros, comparándolo con las condiciones naturales que presenta el terreno y por último se realizo un análisis comparativo en cuestión de cantidades de acero y concreto de los diseños de los muros hechos en obra.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar, organizar, hacer el seguimiento y revisar al cumplimiento en obra de las actividades correspondientes al control de calidad expresada en el Sistema de Gestión de Calidad de URBANAS S.A. en las obras ALDEA COMERCIAL, LA PRADERA Y NAUTICA.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comprender y aplicar la metodología de las respectivas normas técnicas para el manejo de los ensayos y pruebas consignadas en el control de calidad.
- Coordinar el envío de las muestra de concretos, morteros, aceros, y mampostería a los respectivos laboratorios certificados, así como analizar los resultados obtenidos y entregar el respectivo informe al Ingeniero Residente.
- Revisar y verificar los certificados de calidad de los materiales de construcción tales como acero, mampostería, cemento, tubería eléctrica e hidrosanitaria.
- Supervisar el proceso constructivo a través del acompañamiento continuo en obra y estar atento a cualquier anomalía en el desempeño de los trabajadores y contratistas en sus actividades y dar aviso oportuno al Ingeniero Residente en obra.
- Prestar apoyo en la obra manteniendo constante supervisión al personal que permanezcan en el sitio bajo las medidas de seguridad según sea su desempeño y con su debida dotación, también que se encuentren debidamente afiliados a seguridad social y riesgos profesionales.

- Analizar y verificar el cumplimiento de los parámetros de estabilidad de los muros de contención construidos en obra.
- Realizar un análisis comparativo en cuanto a estabilidad, y cantidades de obra en acero y concreto de los dos tipos de muros de contención propuestos.
- Realizar el seguimiento constructivo de los muros de contención desarrollados en la obra.

2. INFORMACION DE LA EMPRESA

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

- **NOMBRE:** URBANIZADORA DAVID PUYANA URBANAS S.A.
- **DIRECCION:** Calle 30 N° 22-240 Av. El Campestre, Barrio Cañaveral
- **TELEFONOS:** 6387466 **FAX:** 6389400

2.2 DESCRIPCION GENERAL DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

URBANAS S.A. es una empresa, que diseña, construye y comercializa edificaciones, conjuntos y obras de urbanismo cumpliendo con todos los estándares de calidad para la satisfacción del cliente.

Principales Proyectos:

URBANAS S.A. realiza la construcción de torres de apartamentos y conjuntos residenciales en sectores importantes del área Metropolitana de Bucaramanga. Las obras se encuentran en Cabecera del Llano (Hacienda Mayor, Casa de Don David, Casa Puyana y La Cabecera), Cañaveral (Iroka, Arawak, Tayrona, Tamaca y Sotomayor).

En Ruitoque Condominio se realizan los proyectos de urbanismo La Pradera, Buenavista, Aldea Comercial y Náutica.

URBANAS S.A. incursiona en la capital del país con el proyecto Cedro Verde ubicado en un sector de gran desarrollo y valorización.

2.3 MISIÓN

Urbanizadora David Puyana S.A. “URBANAS” satisface a sus clientes en los requerimientos de espacios y terrenos para habitar, usar el tiempo libre y desarrollar actividades económicas e institucionales, proponiendo, comercializando y construyendo proyectos innovadores para la convivencia comunitaria, la preservación del medio ambiente y el mejoramiento social y económico del área metropolitana de Bucaramanga.

2.4 VISIÓN

URBANAS S.A. en el 2010 mantendrá el liderazgo local, trascenderá el ámbito regional proyectando sus valores y compromisos, en el desarrollo de proyectos de construcción que abarquen todos los segmentos del mercado y que generen impacto en el desarrollo urbanístico.

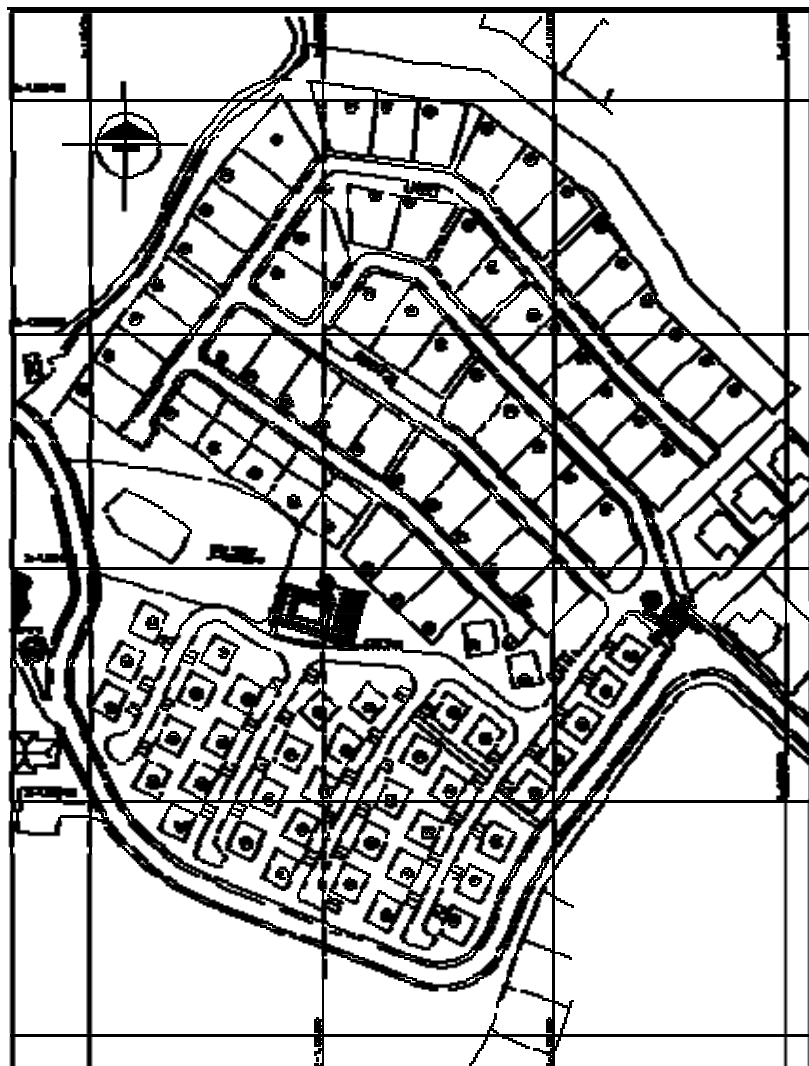
2.5 OBJETIVOS DE CALIDAD

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

3. DESCRIPCIÓN OBRAS DONDE SE DESARROLLO EL SEGUIMIENTO AL S.G.C.

3.1 DESCRPCION URBANISMO LA PRADERA

Figura. 1 Planta general Urbanismo La Pradera.



Fuente: Archivo Plan Calidad La Pradera

Comprende el desarrollo del urbanismo del conjunto, conformado por 58 lotes para viviendas unifamiliares y 40 lotes para cabañas unifamiliares con área del predio de 83021 m². La construcción de andenes, vías interiores, redes principales de alcantarillado de aguas lluvias y aguas negras, acueducto, red de gas, redes eléctricas y de comunicaciones, cerramiento, zona social y portería.

- **DATOS GENERALES:**

UBICACIÓN	
NORTE	Conjunto residencial La Montaña.
SUR	Vía común con Conjunto Residencial La Aldea.
ORIENTE	Conjunto Residencial La Montaña.
OCCIDENTE	Lago artificial Náutica.

ÁREA BRUTA	83.021.74 m ²
AFECTACIONES	
Aislamiento Escorrentía 15m	4.021.30 m ²
Vía externa conjunto	1.602.77 m ²
Suelos	4.417.62 m ²
ÁREA NETA URBANIZABLE	72.979.96 m²

Zonas verdes, zonas comunes (Portería, Salón piscina, subestación eléctrica).	25.936.59 m ²
Vías vehiculares	9.510.56 m ²

ÁREAS VENDIBLES	
Lotes (58 Unid.)	30.081.12 m ²
Cabañas (40 Unid.)	6.182.25 m ²

Fecha inicio del proyecto	02 AGOSTO DE 2007
Fecha entrega del proyecto	24 DE DICIEMBRE DE 2008

3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO PRADERA

2.2.1 Movimientos de Tierra

El movimiento de tierra se realiza para las vías internas de la urbanización y el terraceo, corte y relleno de los 58 lotes individuales para casas, las terrazas en el área privada de cada uno de los lotes para cabañas y las zonas comunes (portería, zona Social y subestación eléctrica), dejando la topografía restante en su estado natural. La superficie de los lotes se entrega con tierra vegetal.

Se construyeron muros en tierra armada de 4 m. de altura en la vía 4 de lotes para casas.

Fig. 2 Muros en tierra armada de pradera.



Fuente: Autor

Se empedraron los taludes internos entre lotes para casas y las zonas comunes de los mismos. Las zonas comunes de los lotes para cabañas se entregan con la vegetación nativa existente.

Los linderos entre lotes individuales se entregan demarcados en swinglia y la superficie de los lotes para cabañas y casas se entregan con tierra vegetal y especies nativas. Los linderos laterales entre predios colindantes con diferentes niveles de terrazas se entregan con talud 1: 1 ½, coincidiendo la línea del lindero con el pie del talud.

3.2.2 Alcantarillado Aguas Negras

El sistema de alcantarillado de aguas residuales (aguas negras) se compone de una red principal que conecta a las redes de Ruitoque E.S.P. y las redes domiciliarias que se entregan hasta una caja ubicada en la parte anterior o posterior de cada uno de los lotes, según la topografía.

La red principal se construye en tubería Sanitaria PVC (NOVALOC¹ y NOVAFORT²) de diámetro 8", asentados en una capa de gravilla y rellenos en tierra debidamente compactados

Los pozos de inspección de diámetro interno 1.20 m y externo 1.80 m con cilindro en concreto y mampostería, base, cañuela y corona en concreto y tapa metálica. Las domiciliarias en tubería Sanitaria PVC de 6" llegan a una caja de 60x60 cm en cada uno de los lotes.

¹ NOVAFORT: Tubería para alcantarillado de pared estructural fabricada en un proceso de doble extrusión, pared lisa y exterior corrugada con campana y espigo e hidrosello.

² NOVALOC: Tubería para alcantarillado de pared estructural con superficies interior y exterior lisa. Los tubos poseen extremos lisos y uniones del mismo material con hidrosellos.

Las aguas residuales del conjunto vierten a una estación de bombeo compuesta por un pozo receptor y bombas eyectoras que conducirán las aguas negras por medio de tubería PVC de presión a un pozo de la red interna del Conjunto, el cual desagua por gravedad, hacia la red general del Condominio.

3.2.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias

El sistema de alcantarillado de aguas lluvias se compone de una red principal con vertimiento a los cauces naturales existentes y las redes domiciliarias que llegan hasta una caja ubicada en la parte anterior o posterior de cada uno de los lotes, según la topografía. La red principal se construyó en tubería Sanitaria PVC (NOVALOC y NOVAFORT) de 10, 16, 20 y 24 pulgadas, canaletas en concreto según necesidad y requerimientos de diseño, rellenos en tierra debidamente compactada, sumideros laterales y transversales en concreto y rejilla metálica.

Los pozos de inspección son de diámetro interno y externo de 1.20 y 1.80 m respectivamente, con cilindro en concreto y mampostería, base, cañuela y corona en concreto, tapa metálica y cabezotes en concreto. Las domiciliarias se construyeron en tubería de 6", las cuales conectan con las cajas de 60 x 60 cm que se encuentran en cada uno de los lotes. El alcantarillado pluvial en el interior de cada uno de los predios debe ser separado.

3.2.4 Red Hidráulica.

La red principal del acueducto del conjunto está construido en tubería de presión PVC Unión Mecánica Biaxial³ de diámetros 2, 2 ½ , 3 y 4 pulgadas con válvulas tipo compuerta de 2", 3" y 4".

³ MECANICA BIAxIAL: Tubería de PVC para acueductos que utiliza tecnología donde se reorganizan las moléculas en sentido circunferencial y longitudinal incrementando la resistencia mecánica.

La acometida del conjunto con Medidor de Control e hidrante contra incendio (salidas de 2 ½" y 4 ½"); ubicado en inmediaciones a la portería, tanque de agua subterráneo en concreto y equipo hidroneumático de presión constante con todos sus accesorios de instalación para su funcionamiento.

Todos los accesorios como son Tees, codos y reducciones que se utilizaron son en HF. La acometida se realizo en tubería de ½" hasta la caja del contador de cada lote y se entrega con el respectivo registro de corte, válvula tipo bola de ½". El medidor debe ser instalado a cuenta del propietario.

El tanque de almacenamiento tiene capacidad para 100.00 m³ y posee dos equipos hidroneumáticos. Cada uno compuesto por una motobomba, manómetro de presión, tanque hidroneumático y válvulas de cheque, compuerta y de paso directo. Todos los tramos de tubería en H.G. (Acero Galvanizado) y a la vista. Igualmente se tiene una motobomba de emergencia.

Las motobombas son de 9.0 H.P. con una altura dinámica (HDB) de 36.0 m, línea de succión en 6", de impulsión en 4" y QB 12.39 l.p.s.

Figura. 3 Tanque de almacenamiento pradera.



Fuente: Autor

Figura. 4 Sistema de bombeo pradera.



Fuente: Autor

3.2.5 Vías y Andenes.

Los andenes se construyeron en concreto de 2500 psi (17.5 Mpa) de 7 cm de espesor. En la zona de lotes para casas se construyeron sardineles tipo ruitoqueño en concreto de 3000 psi (21 Mpa) y en la zona de lotes para cabañas se instalaron sardineles prefabricados de 70 cm de altura y 20 de espesor.

Todas las vías del conjunto se realizaron en losas de pavicreto MR-41 (Modulo de Rotura: 41 Kg. /cm²) de 12 cm de espesor y juntas de dilatación transversal cada 3.5 m y longitudinal cada 3.0 m aproximadamente.

Las juntas de dilatación fueron tratadas con los productos *SikaRod*⁴ de Sika y *Vulkem 116*⁵ de Toxement. La nivelación y alisado de la superficie de las losas de para la nivelación y el acabado con un cepillo metálico con cerdas aceradas.

Figura. 5 Losas de pavicreto la pradera.



Fuente: Autor

Figura. 6 sardineles Ruitoqueño y prefabricado.



Fuente: Autor

⁴ SIKAROD: Es un rollo de espuma con exterior no absorbente utilizado como fondo de juntas para masillas y sellantes

⁵ VULKEM 116: Sellante de poliuretano que se ubica en las juntas de dilatación de mampostería y vías de concreto.

3.2.6 Red Eléctrica y de Comunicaciones.

Se construyó la subestación eléctrica con una acometida en media tensión desde las redes de RUITOQUE E.S.P. y las acometidas parciales en baja tensión hasta una caja ubicada dentro de cada lote. Las redes de baja tensión en ducto, caja y cableado.

Las redes de comunicaciones subterráneas en ducto, caja y cable multipar desde el armario principal general de portería hasta los tableros de distribución parciales, ubicados en diferentes sitios del conjunto, y tan solo ductería desde ese armario hasta cada predio. De estos tableros de distribución los usuarios deben derivar su acometida para sistema de citofonia y de línea telefónica para su vivienda. El conjunto se entrega con una planta telefónica en portería para atender el sistema de citofonia de los 98 usuarios la urbanización. Se ejecuto el alumbrado comunal de las vías internas del conjunto y la construcción de una planta eléctrica de emergencia.

3.2.7 Red de Gas Natural.

Se realizo la red interior de distribución de gas del conjunto en tubería de PVC de ½" con un tapón a la entrada de cada lote. La instalación de la red y respectiva prueba de hermeticidad fue realizada por METROGAS S.A. E.S.P.

3.2.8 Parques y Zonas Verdes.

Se realizo la construcción de la entrada al conjunto de la siguiente manera: un cuarto de basuras, una caseta de portería con servicios para el celador y cuarto de administración. Igualmente la entrada del conjunto cuenta con zonas verdes en la glorieta de la zona de lotes y en la portería con jardineras.

Figura. 7 Zona de portería la pradera.



Fuente: Autor

Se entregara el conjunto con un kiosco comunal, piscina para adultos y niños con el debido cerramiento en reja metálica y jardineras, y el sistema de alarma de sumersión, al igual que un jacuzzi y un módulo de juegos infantiles. El conjunto lleva cerramiento con postes de concreto y alambre de 4 hilos. El lindero exterior hacia el costado nororiental que coincide con la vía veredal, se realizo mediante la construcción de un muro en mampostería y reja metálica.

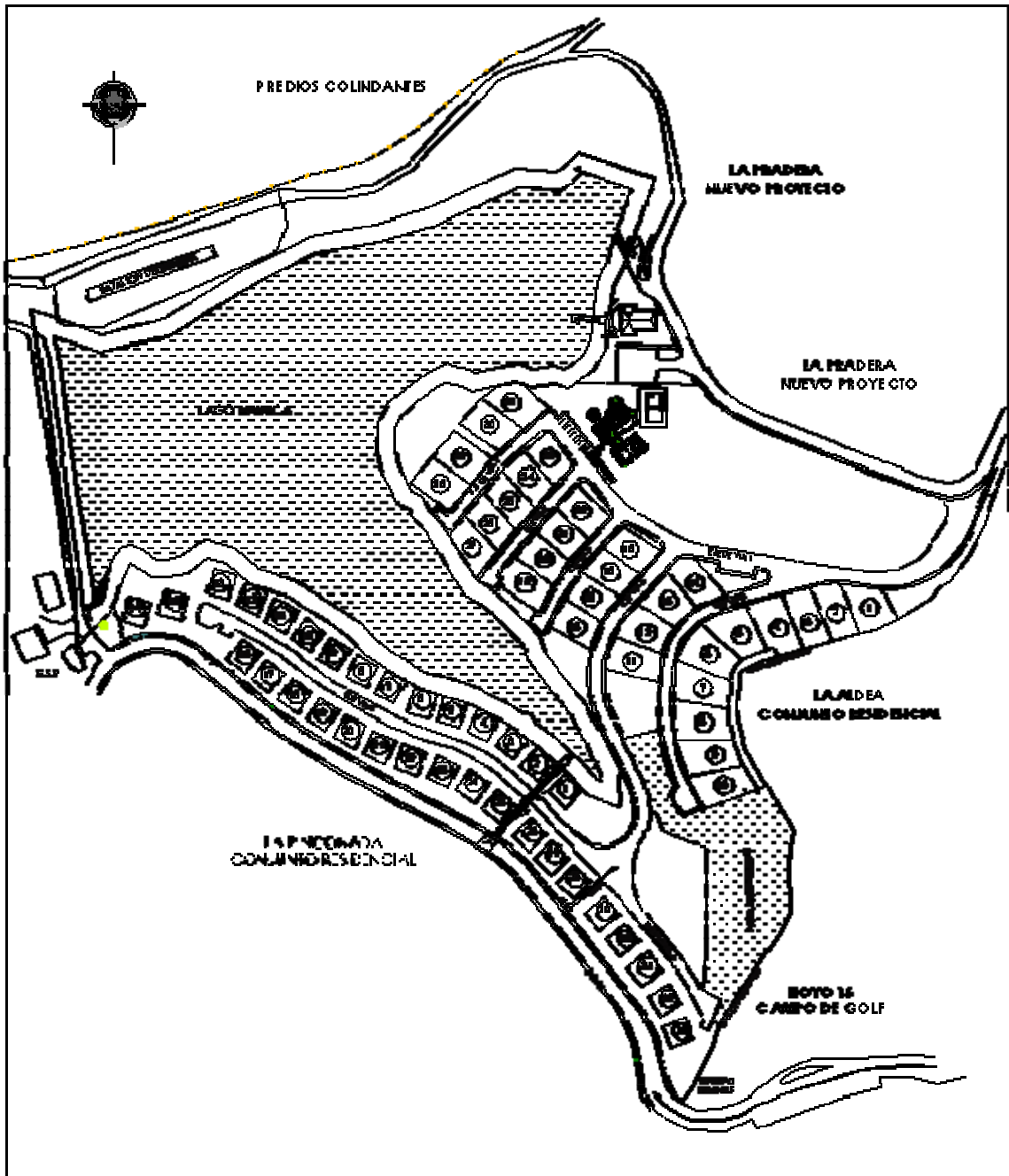
Figura. 8 Zona Social la pradera.



Fuente: Autor

3.3 DESCRIPCION URBANISMO NAUTICA

Figura. 9 Planta general Urbanismo Náutica.



Fuente: Archivo Plan Calidad Náutica.

Desarrollo urbanístico conformado por 31 lotes individuales para casas y 33 lotes para cabañas unifamiliares, los cuales incluyen construcción de andenes, zonas verdes, cerramientos, alcantarillado, obras eléctricas e hidráulicas, portería y zona social.

- **DATOS GENERALES:**

UBICACIÓN	
NORTE	Lago artificial Náutica.
SUR	Conjunto Residencial La Aldea.
ORIENTE	Conjunto Residencial La Pradera.
OCCIDENTE	Conjunto Residencial Bahía.

ÁREA BRUTA	72.473.70 m ²
AFECTACIONES	
Aislamiento Lago Artificial NAUTICA 10m	7.194.04 m ²
Suelos	2.056.94 m ²
Protección	5.562.94 m ²
ÁREA NETA URBANIZABLE	57.659.78 m²

Zona Social	88.81 m ²
Portería, Admón., Basuras	33.33 m ²
Subestación eléctrica	38.69 m ²
TOTAL CONSTRUIDA	160.83 m²
Zonas verdes y comunes.	23.086.28 m ²
Vías peatonales	2.637.78 m ²
Vías vehiculares	9.716.91 m ²

ÁREAS VENDIBLES	
Lotes (31 Unid.)	15.848.81 m ²
Cabañas (35 Unid.)	6.370.00 m ²

Fecha inicio del proyecto	01 SEPTIEMBRE DE 2008
Fecha entrega del proyecto	23 DE OCTUBRE DE 2009

3.4 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO NAUTICA

3.4.1 Movimientos de Tierra.

Figura. 10 Movimiento de tierras zona cabañas Náutica.



Fuente: Auto

Figura. 11 Movimiento de tierras zona lotes.



Fuente: Autor

Figura. 12 Movimiento de tierras zona sur cabañas.



Fuente: Autor

Se efectúa el movimiento de tierras de las vías interiores tanto de la zona de lotes para cabañas como la de lotes para casas y el terraceo, corte y relleno de los 66 lotes y las zonas comunes como son la portería, kiosco zona social y subestación eléctrica, dejando la topografía restante en su estado natural.

Se construirá un box culvert en la zona de cabaña al sur-occidente del conjunto, en el lugar donde se encuentra la cañada que alimenta el lago Náutica. De igual forma se proyecta la realización de muros en tierra armada en la vía 2 donde se ubicara la subestación eléctrica.

Figura. 13 Box Culvert Náutica.



Fuente: Autor

Figura. 14 Muro de tierra armada Náutica.



Fuente: Autor

Se realiza la empradización de los taludes internos entre lotes para casas y las zonas comunes de los mismos y los taludes de gran pendiente se empradizaran con bambú y malla tipo gallinero. Las zonas comunes de los lotes para cabañas se entregan con la vegetación nativa existente.

Los linderos entre lotes individuales se entregan demarcados en swinglia y la superficie de los lotes para cabañas y casas se entregan con tierra vegetal y especies nativas. Los linderos laterales entre predios colindantes con diferentes niveles de terrazas se entregan con talud 1: 1 ½, coincidiendo la línea del lindero con el pie del talud.

3.4.2 Alcantarillado de Aguas Negras

El sistema de alcantarillado de aguas residuales se entrega construido desde las redes de Ruitoque E.S.P. hasta la caja domiciliaria que se ubica en la parte anterior o posterior de cada uno de los lotes, dependiendo de la topografía.

La red principal se construye en tubería Sanitaria PVC NOVAFORT de diámetro igual o superior a 8", pozos de inspección de diámetro interno 1.20 m y externo 1.80 m con cilindro en concreto y mampostería, base, cañuela y corona en concreto y tapa metálica. Las domiciliares en tubería Sanitaria PVC de 6" llegan a una caja de 60x60 cm en cada uno de los lotes.

El sistema cuenta con dos pozos eyectores, uno próximo a la zona social y otro cerca al box culvert. Las aguas residuales del conjunto vierten a una estación de bombeo compuesta por un pozo receptor y bombas eyectoras que conducirán las aguas negras por medio de tubería PVC de presión a un pozo de la red interna del Conjunto, el cual desagua por gravedad, hacia la red general del Condominio.

3.4.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias

El sistema de alcantarillado de aguas lluvias se compone de una red principal con vertimiento a los cauces naturales existentes y las redes domiciliarias que llegan hasta una caja ubicada en la parte anterior o posterior de cada uno de los lotes, según la topografía.

La red principal se construye en tubería Sanitaria PVC NOVAFORT de 12, 16, 20 y 24 pulgadas, canaletas en concreto según necesidad y requerimientos de diseño, rellenos en tierra debidamente compactada, sumideros laterales y transversales SL- 200 y SL-400 en concreto y rejilla metálica.

Pozos de inspección de diámetro interno y externo de 1.20 y 1.80 m respectivamente, con cilindro en concreto y mampostería, base, cañuela y corona en concreto y tapa metálica y cabezotes en concreto ubicados en las proximidades del lago Náutica.

Las domiciliarias se construyen en tubería de 6", las cuales conectan con las cajas de 60 x 60 cm que se encuentran en cada uno de los lotes. Los alcantarillados pluviales en el interior de cada uno de los predios deben ser separados.

Figura. 15 Pozos de inspección: Pluvial y sanitario Náutica.



Fuente: Autor

3.4.4 Red Hidráulica.

La red principal del acueducto del conjunto se construye en tubería de presión PVC Unión Mecánica Biaxial de diámetros 3 y 4 pulgadas con válvulas de compuerta elástica en hierro dúctil (HD) de 3" y 4". La acometida del conjunto con Medidor de Control e hidrante contra incendio (salidas de 2 ½" y 4 ½"); ubicado en inmediaciones a la portería, tanque de agua subterráneo en concreto y equipo hidroneumático de presión constante con todos sus accesorios de instalación para su funcionamiento. Se utilizarán todos los accesorios en HD.

La acometida se realiza en tubería de ½" hasta la caja del contador de cada lote y se entrega con el respectivo registro de corte, válvula de bola de ½". El medidor debe ser instalado a cuenta del propietario.

El tanque de almacenamiento tiene capacidad para 100.00 m³ y posee dos equipos hidroneumáticos. Cada uno compuesto por una motobomba, manómetro de presión, tanque hidroneumático y válvulas de cheque, compuerta y de paso directo. Todos los tramos de tubería se encuentran a la vista en H.G. (Acero Galvanizado). Igualmente se tiene una motobomba de emergencia.

Las motobombas son de 7.5 H.P. con una altura dinámica (HDB) de 32.0 m. con línea de succión en 6" y de impulsión en 4".

3.4.5 Vías y Andenes.

Los andenes en concreto de 2500 psi (17.5 Mpa) de 7 cm de espesor. Los sardineles a utilizar son sardinel tipo ruitoqueño en concreto de 3000 psi y sardinel prefabricado de 70 cm de altura y 20 de espesor.

Las vías se construyen en pavicrete de Modulo de Rotura MR-41 (41 Kg. /cm²) de 12 cm de espesor y juntas de dilatación transversal.

3.4.6 Red Eléctrica y de Comunicaciones.

Se entrega la subestación eléctrica con una acometida en media tensión subterránea desde las redes de RUITOQUE E.S.P. y las acometidas parciales en baja tensión hasta una caja ubicada dentro de cada lote. Las redes de baja tensión en ducto, caja y cableado.

Las redes de comunicaciones subterráneas en ducto, caja y cable multipar desde el armario principal general de portería hasta los tableros de distribución parciales, ubicados en diferentes sitios del conjunto, y tan solo ducteria desde ese armario hasta cada predio. De estos tableros de distribución los usuarios deben derivar su acometida para sistema de citofonia y de línea telefónica para su vivienda. El conjunto se entregará con una planta telefónica prevista para atender el sistema de citofonia de los 66 usuarios la urbanización, al igual que el alumbrado comunal de vías internas del conjunto.

Se ejecuto el alumbrado comunal de las vías internas del conjunto y la construcción de una planta eléctrica de emergencia.

3.4.7 Red de Gas Natural.

Se proyecta la realización del anillo interior de distribución de gas del conjunto en tubería de PVC de 1/2" con un tapón a la entrada de cada lote. La instalación de la red se encontrará a cargo de METROGAS S.A. E.S.P.

3.4.8 Parques y Zonas Verdes.

Se construirá un cuarto de recolección de basuras, un cuarto de celaduría y cuarto de administración.

Se entregara el conjunto con un kiosco comunal, piscina para adultos y niños con el debido cerramiento en reja metálica, y el sistema de alarma de sumersión, al igual que un jacuzzi y un módulo de juegos infantiles. El conjunto lleva cerramiento con postes de concreto y alambre de 4 hilos y swinglia.

3.5 DESCRIPCION URBANISMO ALDEA COMERCIAL

Figura. 16 Planta general Urbanismo La Aldea Comercial.



Fuente: Archivo Plan Calidad La Aldea Comercial

Consta de un desarrollo inmobiliario de un edificio de locales y oficinas de tres pisos en el cual se encuentran en el primer piso el acceso a las oficinas y cuatro locales comerciales, en el segundo piso 8 oficinas y en el tercer piso 8 oficinas; y la zona de locales la cual se encuentra conformada por un local supermercado, 22 locales comerciales y local caddies. Estos locales están articulados por áreas libres como: los parqueaderos, circulaciones comunales, zonas verdes, jardineras y unas terrazas comunes de uso exclusivo; dentro de las aéreas comunes cubiertas encontramos las batería de baños general para damas y caballeros con sanitarios y lavamanos cada uno, y un área de aseo; además, incluye, la planta eléctrica y la subestación.

- **DATOS GENERALES:**

UBICACIÓN	
NORORIENTE	Globo Hotel Hoyo 19.
SURORIENTE	Vía común vehicular con el Conjunto Residencial Peñón del lago.
NOROCCIDENTE	Globo SA-10.
SUROCCIDENTE	Campo de golf.

ÁREA BRUTA	8.965,00 m ²
AFECTACIONES Vía externa.	2.263.24 m ²
ÁREA NETA URBANIZABLE	6.701,76 m²

Parqueaderos	795.73 m ²
Circulaciones Internas y Jardín	1.271.61 m ²
Terrazas de uso exclusivo	92.11 m ²
Andenes y Zonas Verdes	2.276.16 m ²
ÁREA LIBRE	4.435.61 m²
Primer Piso	2.266.15 m ²
Mezanine	270.36 m ²
Segundo Piso	351.64 m ²
Tercer piso	351.64 m ²
AREA TOTAL CONSTRUIDA	3.554.69 m²

ÁREAS VENDIBLES	
Locales (18 Unid.)	879.55 m ²
Oficinas (14 Unid.)	605.92 m ²

Fecha inicio del proyecto	19 DE NOVIEMBRE DE 2007
Fecha entrega del proyecto	31 DE MAYO DE 2009

3.6 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO ALDEA COMERCIAL

3.6.1 Movimientos de Tierra

Se realizaron movimientos de tierra para el edificio de oficinas, locales, zona de caddies, local de administración, parqueaderos, supermercado y vía de acceso para la segunda etapa de ALDEA COMERCIAL II. Se hicieron obras de relleno con un suelo muy normal de esta zona llamado comúnmente sangre de toro en gran parte de la obra.

Figura. 17 movimientos de tierra caddies aldea comercial.



Fuente: Autor

Figura. 18 relleno de tierra admón. Aldea Comercial.



Fuente: Autor

Se empradizaron con grama dulce los taludes de la zona de caddies y administración, edificio de oficinas y de la vía de acceso a la segunda etapa de ALDEA COMERCIAL II, al igual que las zonas comunes de la obra.

Figura. 19 Empradización talud caddies Aldea Comercial.



Fuente: Autor

3.6.2 Alcantarillado de Aguas Negras

El sistema de alcantarillado comunal se construye siguiendo las normas de RUITOQUE E.S.P y el RAS 2000, hasta su conexión a las redes de alcantarillado existentes de Ruitoque E.S.P.

La red principal se construye en tubería Sanitaria PVC (NOVAFORT) de diámetro 8", asentados en una capa de gravilla de mínimo 20cm de espesor y rellenos en tierra debidamente compactados, pozos de inspección de diámetro interno 1.20 m y externo 1.80 m con cilindro en concreto y mampostería, base, cañuela y corona en concreto y tapa metálica.

Figura. 20 Construcción cilindro pozo de inspección y cañuelas Aldea Comercial.



Fuente: Autor

Las domiciliarias en tubería Sanitaria PVC de 8" llegan a una caja de 60x60cm o 40x40cm respectivamente. Las aguas residuales de la Aldea Comercial desaguan por gravedad, hacia la red general del Condominio.

3.6.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias

El sistema de alcantarillado de aguas lluvias se compone de una red principal con vertimiento a los cauces naturales existentes y las redes domiciliarias que llegan hasta una caja ubicada en la parte anterior o posterior de los locales , según la topografía del terreno.

La red principal se construyo en tubería Sanitaria PVC (NOVAFORT) de 12 pulgadas, canaletas en concreto según necesidad y requerimientos de diseño, sumideros laterales y transversales en concreto y rejilla metálica, pozos de inspección de diámetro interno y externo de 1.20 y 1.80 m respectivamente, con cilindro en concreto y mampostería, base, cañuela y corona en concreto y tapa metálica y cabezotes en concreto. Las domiciliarias se construyeron en tubería de 6", las cuales conectan con las cajas de 60 x 60 cm. Los alcantarillados pluviales en el interior de cada uno de los predios deben ser separados.

Figura .21 construcción de canaleta Aldea Comercial.



Fuente: Autor

3.6.4 Red Hidráulica.

Se ejecuto la red de acueducto de acuerdo al diseño hidráulico aprobado; esta red se construyo en tubería PVC unión mecánica de diámetros 2, 3 y 4 pulgadas para las redes externas con válvulas tipo compuerta en bronce de 2", 3" y 4".

La acometida del Conjunto con medidor de control e hidrante contra incendio (salidas de 2 ½" y 4 ½"), tanque de agua subterráneo en concreto y equipo hidroneumático de presión constante con una $P_{\min}= 20\text{psi}$ y $P_{\max}=40\text{psi}$ con un $QB= 5.67\text{lps}$ y un volumen mínimo de 200 litros y con todos sus accesorios de instalación para su funcionamiento.

Todos los accesorios como son Tees, codos y reducciones que se utilizaron son en HF (Hierro Fundido). La acometida se realizo en tubería de ½", ¾" Y 1" hasta la caja del contador de cada local y se entrega con el respectivo registro de corte, válvula tipo bola de ½".

El tanque de almacenamiento tiene capacidad para 51.30 m³ y posee dos equipos hidroneumáticos. Cada uno compuesto por una motobomba, manómetro de presión, tanque hidroneumático, válvulas de cheque, de paso directo, de pie con coladera, para carga de aire y de compuerta, interruptor de presión compuerta y tapón de ceba miento. Todos los tramos de tubería en H.G. (Acero Galvanizado) y a la vista. Igualmente se tiene una motobomba de emergencia

Figura. 22 Construcción tanque de almacenamiento Aldea Comercial.



Fuente: Autor

Las motobombas son de 1.10 H.P. con una altura dinámica (HDB) de 16.0 m, línea de succión en 4", de impulsión en 4" y QB 3.4lps. Las redes y equipos de bombeo se diseñan y construyen de acuerdo al código colombiano de fontanería y RAS 2000.

3.6.5 Vías y Andenes.

Los andenes se construyeron en concreto de 2500 psi (17.5 Mpa) de 8 cm de espesor, se instalaron sardineles prefabricados de 70 cm de altura y 20 de espesor.

La vía de y los parqueaderos se realizaron en losas de pavicrete MR-41 (Módulo de Rotura: 41 Kg. /cm²) de 12 cm de espesor y juntas de dilatación transversal cada 3.5 m y longitudinal cada 3.0 m aproximadamente.

Figura. 23 Vía de acceso Aldea Comercial II.



Fuente: Autor

Las juntas de dilatación fueron tratadas con los productos *SikaRod* de Sika y. La nivelación y alisado de la superficie de las losas de pavicrete se realizo con regla vibratoria y llana metálica para la nivelación y el acabado con un cepillo metálico con cerdas aceradas.

Figura. 24 Regla vibratoria de pavicrete.



Fuente: Autor

3.6.6 Red Eléctrica y de Comunicaciones.

Contara con una acometida de media tensión subterránea que alimentará un transformador de distribución de 500 KVA de propiedad de Ruitoque E.S.P, quien a su vez será el proveedor del servicio de energía eléctrica.

Las redes de comunicaciones serán subterráneas y se entregara la acometida telefónica y de televisión de cada usuario en ducto, caja y cableado derivado de los tableros de distribución de comunicaciones.

Se ejecuto el alumbrado de las zonas comunes de la obra y la construcción de una planta eléctrica de emergencia con capacidad de 300KW para atender la demanda de Aldea Comercial.

Figura. 25 Tablero Eléctrico Aldea Comercial.



Fuente: Autor

Figura. 26 Planta Eléctrica Aldea Comercial.



Fuente: Autor

3.6.7 Red de Gas Natural.

Se realizo la red interior de distribución de gas de la obra para los locales 11, 12 y 13. La zona de caddies y el supermercado en tubería de PVC de ½". La instalación de la red y respectiva prueba de hermeticidad es realizada por METROGAS S.A. E.S.P.

3.6.8 Especificaciones de la Construcción

La PRIMERA ETAPA de ALDEA COMERCIAL está construida con las siguientes especificaciones de construcción:

- CIMIENTOS: es la parte de la estructura de un edificio que sirve para soportar toda la construcción y repartir las cargas de su peso sobre un terreno, a fin de que no se hunda, La selección del tipo de cimientos depende de las condiciones específicas del terreno, de la naturaleza del edificio que se quiere hacer, del clima, del reglamento de la construcción local y de la habilidad del constructor.

Para tal efecto en esta obra se utilizó para el edificio de oficinas, locales 11, 12 y 13 y Supermercado, los cimientos de zapatas aisladas con vigas de amarre; diseñadas y construidas en concreto reforzadas según especificaciones de la NSR – 98.

Figura. 27 pilotes para cimentación zona de caddies



Fuente: Autor

Figura. 28 cimentación local zona de caddies



Fuente: Autor

La cimentación utilizada para los locales 1-10 y 14-22 es un cimiento corrido en concreto reforzado donde la altura del cimiento depende de la profundidad a la que se encuentre un suelo firme, generalmente entre 50 y 80 cm de hondo, aunque hay casos en que se debe llegar a 1.5 Mts o más. Para nuestro caso y según el estudio de geotécnico se encuentra más a menos a una profundidad de 1.5 Mts.

- ESTRUCTURAS: Para el edificio donde se encuentran las oficinas, el Supermercado, los Locales 11, 12 y 13 el sistema estructural es pórticos completos en las tres dimensiones y el diafragma corresponde a placa aligerada en concreto reforzado. Para los locales 1 -10 y 14-22 el sistema estructural es mampostería confinada.

Figura. 29 Estructura a porticada de oficinas.



Fuente: Autor

Figura. 30 Fundición placa aligerada oficinas.



Fuente: Autor

Para los locales 1 -10 y 14-22 el sistema estructural utilizado es la mampostería confinada, la cual, está constituida por elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de amarre) en su perímetro, vaciados después de construir el muro de mampostería simple.

Figura. 31 Mampostería Confinada



Fuente: Autor

- MAMPOSTERIA: En el edificio donde se encuentran las oficinas, el Supermercado, los Locales 11, 12 y 13 los muros divisorios es en ladrillo de arcilla H-10. Para los locales 1-10 y 14-22 los muros divisorios son en ladrillo de arcilla H -15, confinados con columnetas y viguetas en concreto reforzados.

Figura. 32 colocación de mampostería oficinas y locales



Fuente: Autor

- PAÑETES: Los muros en mampostería interiores como los elementos estructurales se les aplican friso liso, mientras que en la fachada externa del edificio y locales se les aplica friso burdo y liso. El Friso en los muros de baños es impermeabilizado con sika ⁶.

Figura. 33 frisos de exteriores e interiores.



Fuente: Autor

⁶ Sika 1: Es un aditivo líquido amarillo que actúa como impermeabilizante integral taponando poros y capilares en morteros.

- CUBIERTAS: Las cubierta del edificio como de los locales se realizan en madera, machimbre ciprés, manto de impermeabilización, más teja romana tipo tejar de pescadero. Los canales y bajantes se fabrican en lámina galvanizada calibre 22.

Figura. 34 Estructura de madera



Fuente: Autor

- PISOS: Sobre la placa de Antepiso de la edificación, locales y las zonas comunes de la obra se colocó un mortero afinado, que es impermeabilizado al igual que en la zona de baño y terraza. El acabado de los piso para las oficinas del primer y segundo piso de la edificación se llevó a cabo en madera melanímica, los puntos fijo en porcelanato 60 x 60, las escaleras en porcelanato 60 x 60 con nariz en mármol villa de Leiva y para baños en cerámica 33 x 33 .Los locales llevan un piso en concreto allanado y la zona de caddies lleva un tablón para comedor, cocinas y oficina, además, lleva un antepiso en concreto allanado para la bodega de caddies.

Figura .35 Colocación piso en madera.



Fuente: Autor

Figura. 36 Colocación porcelanato.



Fuente: Autor

- **ENCHAPES:** En las zonas húmedas de la edificación, como de los baños públicos lleva un enchape cerámico de 30 X 60 en todos los muros hasta una altura de 1.80 mts. Para la zona de caddies el enchape cerámico es de 30 X 30 para baños y de 20 X 20 para la cocina.

Figura. 37 Enchapes baños públicos.



Fuente: Autor

- CARPINTERIA DE MADERA: Se utilizó madera flor morado como materia prima para la construcción de las puertas entabornadas Pizano y ventanas con marcos en madera para la edificación, locales, supermercado, batería de baños, zona de caddies y administración.

Figura. 38 Puertas y ventanas Aldea Comercial.



Fuente: Autor

4. PLANIFICACION DEL CONTROL DE CALIDAD DE OBRA, PRUEBAS Y ENSAYOS DESARROLLADOS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Para garantizar la calidad de los proyectos desarrollados, es necesario identificar los mecanismos de control según las especificaciones generales del proyecto y los requisitos establecidos con el fin de cumplir la política de calidad de la empresa.

Se planean desde un comienzo las respectivas pruebas y ensayos a ejecutar en la obra, lo cual hace necesario realizar un control de seguimiento y verificación de las actividades, como por ejemplo en la actividad de Columnas se exige el ensayo a compresión del concreto con que se funde, o por ejemplo el control de calidad de instalaciones hidráulicas se exige la prueba hidráulica.

Para coordinar cada cuanto se realizan estas pruebas y ensayos se establece la Frecuencia como el Intervalo de tiempo o cantidad definida por la obra dependiendo de las características de esta.

Es de gran importancia diligenciar los respectivos formatos que dejan por escrito la ejecución de tal control, para que al momento de una auditoria se tenga constancia de que los controles de calidad se ejercieron completamente.

4.1 ELABORACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA

Cumpliendo con uno de los requerimientos de la Norma ISO 9001:2000 se genera dentro del S.G.C de la obra, una estructura documental la cual se contempla como documento principal en el desarrollo del proceso de construcción del proyecto: EL PLAN DE CALIDAD.

Dentro del proceso de construcción una de las actividades preliminares al inicio de la obra es la elaboración del EL PLAN DE CALIDAD, documento que especifica que procedimientos y recursos se deben aplicar a una actividad, producto o contrato específico. El plan de calidad generado en la obra está constituido por 13 divisiones las cuales agrupan toda la información pertinente al proyecto

El PLAN DE CALIDAD del proceso de construcción de la obra se fundamenta en el formato CTR-FO-04 PLAN DE CALIDAD (**Ver Anexo 1**) que reúne información específica de la obra como es el alcance del proyecto, características del proyecto, cuadro de requisitos mínimos para el comienzo de la obra, organización administrativa del proyecto, control de interventora, programación de obra, presupuesto de obra, y cuenta con dos anexos.

El formato CTR-FO-04-A1 anexo 1 PLAN CALIDAD ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN (**Ver anexo 2**) resume las actividades de construcción, su control de calidad, documentos referenciados internos y externos, especificaciones, y registros que proporcionan la evidencia del control y resultados.

En el formato CTR-FO-04-A2 Anexo 2 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD EN OBRA (pruebas, ensayos) (**Ver anexo 3**) como su nombre lo indica contiene las medidas de control de calidad para las actividades mencionadas en el anexo 1, de acuerdo a las normas reglamentarias (medidas, pruebas y ensayos), la frecuencia, ubicación, laboratorios y total de pruebas programadas.

4.2 REGISTROS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA OBRA.

4.2.1 Aparatos Topográficos.

Al inicio de los trabajos del contratista de topografía se le exigió que llevara a un laboratorio y obtuviera el certificado de su teodolito, el Nivel de precisión y la estación. Obtenido el certificado de los aparatos y de acuerdo con el plan de calidad se debe realizar cada fin de mes el cierre de una poligonal cuadrada y como realizar la nivelación y contra nivelación tomando mínimo 3 puntos para la verificación. Esta información se registra en el formato CTR-FO-71 (**ver anexo 4**)

4.2.2 Calibración de Manómetro.

En el caso de los manómetros internos la empresa contrata la calibración cada año con una empresa local, que tiene sus manómetros patrones certificados por el laboratorio de metrología del ICONTEC, Para los manómetros suministrados por la empresa contratista, se les pide el certificado de calibración y en obra se calibra con un manómetro patrón de la empresa. La prueba consiste en tomar medidas en intervalos constantes según el manómetro a utilizar. Por ejemplo para las instalaciones hidráulicas se toman por lo general medidas cada 15 psi hasta alcanzar los 150 psi que tiene su rango de medición. A partir de estas mediciones, se compara cada una de las lecturas, se calcula el error de precisión, y por último se calcula el % de error respecto al rango del manómetro en calibración, esta calibración se realiza según las normas NTC 2263 Manómetros de presión y NTC 1420 Manómetros Tipo Bourdon.

4.2.3 Maquina de Ensayo a Compresión y Tracción

Dado a que los laboratorios de concre-servicos prestan los servicios para los ensayos a compresión y tracción de concretos se exige una copia de los certificados de calibración de sus maquinas de ensayos, calibración que se lleva a cabo según la NTC 7500-1.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO AUXILIAR DE CALIDAD EN OBRA

Como Auxiliar de calidad en obra se debe estar atento a desarrollar varias actividades en cumplimiento de los requisitos del S.G.C que se plantea dentro del desarrollo de una obra en URBANAS S.A., dentro de estas actividades se destacan:

✓ Control Diario de Concretos

Se lleva el registró de cada envió de concreto que llega a la obra de la planta mezcladora de CEMEX de Floridablanca o Surata. Para el control de esta actividad se utiliza el FORMATO CTR-FO-31 (**ver anexo 5**) el cual trae los siguientes ítems : la fecha , la Especificación donde se anota el tipo de mezcla, si corresponde a concreto 3000 3/4"bombable o normal, la cantidad de volumen, se registra la hora de llegada del mixer, la Estructura donde se ubican los elementos donde se vació el concreto suministrado, el número de recibo del envió para saber la procedencia de la mezcla para futuras reclamaciones por si no cumplen con las resistencias esperadas, el asentamiento del concreto dado por la prueba realizada y por ultimo lleva el visto bueno del residente de la obra donde aprueba todo lo mencionado anteriormente.

✓ **Reporte de Densidad de Campo**

A partir de las pruebas de toma de densidades y humedades de compactación que se toman con el densímetro a los rellenos que se llevaron a cabo para conformar la terrazas de los lote y locales, de los rellenos de zanjas de alcantarillado y la toma de muestras de la súbbase de las vías, el laboratorista registra toda la información en el formato **CTR-FO-16 (ver Anexo 6)** donde se hace la anotación de la fecha en que se realizó el ensayo, localización, # de capa, cota y profundidad; los datos obtenidos de % de humedad, densidad seca y húmeda, % de compactación con respecto al respectivo valor del Proctor modificado, además, se obtienen datos como el mod. Suelo, densidad máxima, humedad óptima y por último el valor especificado⁷ para la aprobación de las densidades tomadas en el terreno. Cuando una prueba no cumple con la densidad especificada se deben realizar los trabajos necesarios, como realizar labores de recompactación del terreno o en caso extremo levantar la última capa compactada hasta lograr con lo requerido por el plan de calidad. El laboratorista llena este formato y da sus respectivas observaciones. Por último se verifica que el formato contenga la firma del laboratorista y del residente aprobando la compactación.

✓ **Control de Planos en Obra**

Es función del auxiliar de calidad revisar que los planos concuerde con la cantidad, versión, que estén firmados por parte del director de planeación y de construcciones, pues para el proceso de construcción son uno de los documentos más importantes para la ejecución de las actividades, en los cuales se definen las especificaciones constructivas del diseño respectivo y se emplea de manera constante en los cálculos de cantidades de obra, en trabajos de replanteo de ejes de cimentación, trazado de tuberías, trazado de cableado, en fin los planos son usados para las diferentes consultas en el desarrollo de la obra.

⁷ El valor de densidad para que la toma sea aceptada en obra debe ser mayor al 95%.

El auxiliar de calidad distribuye los planos que recibe en la obra por parte del departamento de Planeación DIS-FO-07 FORMATO CONTROL DISTRIBUCIÓN DE PLANOS, a los profesionales de la obra y contratistas y recibe los planos obsoletos ya que es muy vital que se manejen las versiones actualizadas debidamente legalizadas con las firmas respectivas,

Para la entrega de planos dentro de la obra se maneja el formato CTR-FO-38 CONTROL DE ENTREGA DE PLANOS EN OBRA (**Anexo 7**) el cual tiene los siguientes ítems como son la identificación del plano, fecha de modificación, contenido del plano, fecha de entrega, nombre de la persona que se le entrega, firma de recibido y por último observaciones. Es responsabilidad del Auxiliar de Calidad estar pendiente de el LISTADO MAESTRO DE PLANOS DE DISEÑO que genera el departamento de planeación de URBANAS y compararlo con el LISTADO MAESTRO DE PLANOS EN OBRA y si es el caso solicitar al Ingeniero residente que pida formalmente por escrito los planos nuevos y devolver las versiones obsoletas que se encuentren en obra.

✓ **Manejo de la Seguridad Social de los Trabajadores a Cargo de los Contratistas.**

Como parte importante en el control de la seguridad industrial para una obra de URBANAS es constatar que todo trabajador que pertenezca al grupo de trabajo de cualquier contratista este debidamente afiliado a una EPS, a una aseguradora de riesgos profesionales o ARP, y a un fondo de pensiones AFP, por eso para permitir el ingreso de un trabajador nuevo se le exige al contratista presentar la debida afiliación a SALUD, RIESGOS, Y FONDO DE PENSIONES o los comprobantes de pagos de la seguridad social del trabajador.

En el caso del pago de derechos de **salud** que son el 12.5 % del salario devengado la empresa le reconoce el porcentaje del 8.5% que debe asumir el contratista, lo mismo para el pago de **pensión** que es el 15.5% del salario devengado asume el 11.625 % y para el caso del pago de **riesgos profesionales** la empresa asume el total del pago ósea el 6.96% que es el exigido por ley. Los **aportes parafiscales** son asumidos por la empresa en su totalidad y son pagados a cajasan por cada contratista a partir de las liquidaciones que se le genera en obra. Otro factor importante es el pago **FIC**⁸ el cual la empresa hace el pago directamente al SENA.

Todos estos registros se generan con la toma de asistencia que se le hace al personal que labora en la obra y son contratados para la realización de la mano de obra de la urbanización. Para los contratos a todo costo nos se les hace reintegro de la seguridad social, pero si se les piden el pago de seguridad antes de entrar a laboral a la obra.

4.4 ENSAYOS Y PRUEBAS

4.4.1 Verificación de Flexómetros

Figura. 39 Flexómetro en buen estado.



Fuente: Autor

⁸ FIC (Fondo Nacional de formación profesional de la industria de la construcción): Contribución parafiscal cuyo objetivo es desarrollar y apoyar programas de formación, certificación y actualización que fortalezcan los oficios y ocupaciones de la industria de la construcción.

El flexómetro es el instrumento utilizado con más frecuencia en las obras para la medición de longitudes de vigas y placas, el aplome de columnas, el replanteo de muros entre otras actividades. Se acostumbra a encontrar en el mercado en longitudes comprendidas entre uno y cinco metros, y excepcionalmente de ocho o diez metros. La cinta metálica está subdividida en centímetros y milímetros en su parte inferior, mientras en la parte superior lo encontramos divididos en pulgadas.

La verificación de flexómetro se realiza cada dos meses en la obra con el fin de ejercer un control sobre los aparatos de medición que utilizan las personas en la obra, ya sea ingenieros, personal de administración, oficiales, ayudantes y contratistas.

Anteriormente se llevaba la verificación de flexómetro con un regla patrón de 1 metro de largo, la cual se sobreponía sobre la cinta métrica del flexómetro donde se chequeaban los 3 primeros metros permitiendo un rango de error de 0.5 mm. Debido a que en esta vida no todo es perfecto y en la construcción es muy difícil manejar actividades donde su error sea cero. La verificación ya no se lleva a cabo con esta regla patrón sino ahora solo se hace una verificación más acorde a las circunstancias que consiste en observar que los flexómetros no estén en mal estado como pueden encontrarse algunos con las líneas divisorias de los primeros centímetros totalmente borradas por ralladuras y oxidación, o borrados por corrosión al untarse con sustancias o que se encuentran defectuosos para su funcionamiento. Los flexómetros en mal estado no se le pueden permitir la utilización en la obra, y el dueño, está obligado a entregarlo en el momento de la revisión.

Esta medición se registra en el formato CTR-FO-30, que se llama LISTADO DE VERIFICACION DE FLEXOMETROS (**Ver Anexo 8**), en el cual aparecen los siguientes ítems, fecha, Responsable, cargo, marca del flexómetro y Observaciones; los flexómetros en mal estado son decomisados y los que estén en buen estado llevarán el distintivo de que fue revisado.

4.4.2 Prueba de Estanqueidad

La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagüe de baños y cocinas, así como las tuberías de ventilación y bajantes de agua lluvia como lo sugiere la norma NTC 1500 Código colombiano de Fontanería. Esta prueba se realiza a la red sanitaria con el fin detectar posibles fugas de manera temprana y no cuando la red este en funcionamiento.

Figura. 40 Detalles araña de red Sanitaria



Fuente: Autor

La prueba consiste en llenar de agua hasta un nivel inicial por lo general queda en la cortada de la tubería más corta de toda la araña o red, la tubería debe estar cargada como mínimo 2 horas, al momento de llenar los bajantes se marca con lápiz de color el nivel inicial de agua, tomando un nivel inicial, luego de dos horas se verifica que el nivel se mantenga constante, en caso contrario no se recibe el ensayo y se prosigue a ubicar la posible fuga, repararla, para luego repetir la prueba.

Las uniones de la araña de la red sanitaria se construye con accesorios como lo son codos de 45 grados o utilizando "Y". Esta información se registra en el formato CTR-FO-26, PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD (**Ver Anexo 9**), donde se anotan las observaciones tanto de aceptación como de fugas encontradas.

3.4.3 Prueba de Presión Hidráulica

El control de calidad de la red de tuberías hidráulicas se realiza sometiendo la tubería a una presión de 150 psi durante 4 horas desde el momento que se tome la medida de presión inicial, como lo establece la NTC 1500 la presión mínima de ensayo debe ser de 1000 KPa o 145 psi,

Figura 41. Flauta, manómetro, y bomba de presión.



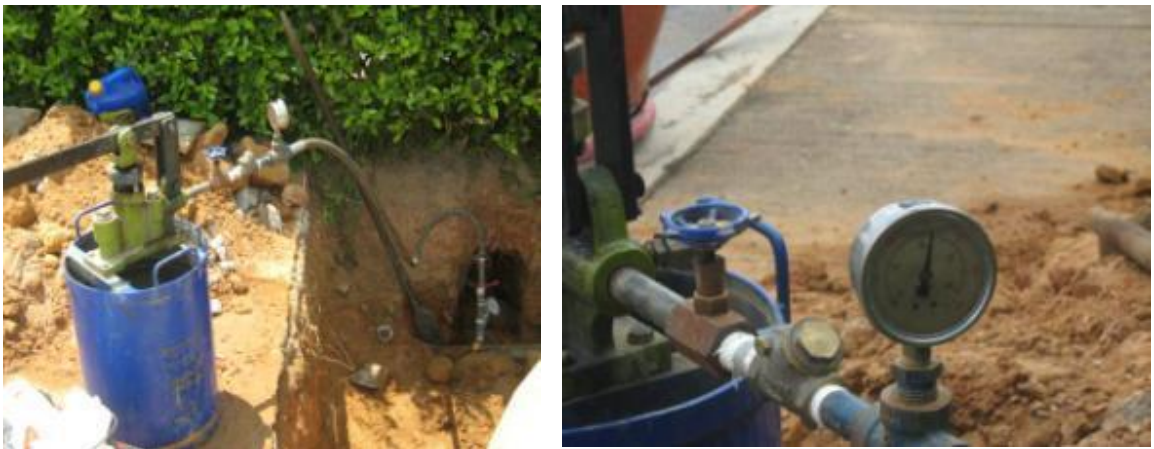
Fuente: Autor

Antes de empezar cualquier ensayo se debe calibrar el manómetro suministrado por la empresa contratista con el proporcionado por la empresa URBANAS S.A, en donde el rango de desviación no debe ser mayor al 2%.

El control de calidad de la red de tuberías hidráulicas se realiza según la NTC 1500 una vez terminada una sección o un sistema total de agua fría o caliente, debe ser probada su hermeticidad bajo una presión de agua no menor a los 1000 Kpa, lo cual equivale a 145 PSI, Los equipos que se requieren para efectuar esta prueba son, Una bomba de presión hidráulica y un manómetro de presión de 160 PSI.

El ensayo consiste en cargar la tubería para que soporte una presión de 150psi durante un periodo de 4 horas desde el momento que se tome la medida de presión inicial. Al cabo de las cuatro horas se verifica la presión final y se compara con la inicial, no se acepta la prueba si la presión disminuye más de 2 % de la presión inicial, ya que este es el grado de tolerancia permitido por la norma.

Figura. 42 Prueba de una red hidráulica



Fuente: Autor

Las roturas que se encontraron se debieron a golpes que recibía la tubería al colocar la malla para las placas o por daños infringidos por manos malintencionadas que perforaban con puntillas la tubería o la golpeaban, lo cual se detectaba de inmediato al comenzar la prueba pues la presión descendía de forma rápida. Las pruebas realizadas se registraron debidamente en el formato **CTR-FO-25 CONTROL DE REDES HIDRÁULICAS INTERNAS** (ver anexo10).

4.4.4 Ensayo de Hermeticidad

La tubería utilizada para esta actividad es tubería de cobre rígida sin costura, esta debe cumplir unos requisitos muy importantes expuestos en la norma NTC 2505 numeral 4.1.2 **Tuberías metálicas** y en la NTC 3944. Los accesorios utilizados para efectuar las conexiones correspondientes deben permitir que el suministro de gas se haga en condiciones de hermeticidad.

El ensayo consiste en cargar la tubería de aire hasta lograr la presión requerida para este ensayo luego de llegar a dicha presión se procede a tomar una lectura inicial, la presión y el tiempo requerido de la prueba está regido por la norma NTC 2505 y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Presiones para el ensayo de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
P < 13,8 kPa (P < 2 Psi)	34,5 kPa (5 Psi)	15 min
13,8 kPa < P < 34,5 kPa (2 Psi < P < 5 Psi)	207 kPa (30 Psi)	1 h
34,5 kPa < P < 138 kPa (5 Psi < P < 20 Psi)	414 kPa (60 Psi)	1 h

Fuente: Tomado de la NTC 2505

Esta prueba se llevo a cabo instalando el manómetro en el punto de suministro de la estufa y se inyectó mediante una bomba aire hasta alcanzar los 30 psi, se retira el dispositivo de bombeo y se esparció espuma de jabón en los nipples de los puntos de salida así como en la llave de paso para comprobar que no hubiese algún escape de aire, registrándose la hora del comienzo de la prueba y la lectura inicial en el manómetro; transcurrido el tiempo mínimo de 1 hora se registra la lectura final en el manómetro la cual debe permanecer constante para aceptarse la prueba de hermeticidad y así asegurarse de la correcta instalación de la tubería y su correcta soldadura.

Estas pruebas quedaron registradas en el formato (**Ver Anexo 11**) **CTR-FO-24 CONTROL DE REDES INTERNAS DE GAS.**

4.4.5 Control de Calidad en Concretos

Como parte del control de calidad para garantizar que el proveedor del concreto CEMEX entregue un buen concreto que se ajuste a las especificaciones de calidad se llevan a cabo las pruebas de asentamiento y la de resistencia a la compresión

✓ Prueba de Asentamiento

La **prueba de asentamiento** se realiza para todo concreto vaciado en obra según la NTC 396. Los aparatos y herramientas utilizadas para la realización de este ensayo son, el molde, la varilla compactadora, y un flexómetro.

El molde debe cumplir con unas especificaciones técnicas proporcionadas por la norma NTC 396, el calibre de este debe ser No 16; este molde tiene forma de un tronco de cono de 203 mm de diámetro en la base mayor, 102 mm en la base menor y 305 mm de altura, este molde tiene agarraderas para que el tomador del asentamiento lo sujete con los pies, para realizar este ensayo el cono debe estar limpio de residuos de asentamientos anteriores; la varilla compactadora es de acero, y tiene una longitud de aproximadamente 60 cm, también es necesario tener una superficie horizontal bien nivelada para descargar sobre esta el molde.

Para realizar el ensayo de asentamiento en obra se realizan los siguientes pasos: lo primero que se hace es sacar la primera muestra del mixer después que el conductor lo deja girar unos minutos mientras la muestra se vuelve uniforme, la superficie donde se va a efectuar la prueba debe ser una superficie plana, húmeda y no absorbente.

El tomador de las muestras sujeta el molde firmemente con los pies y lo llena 1/3 del volumen del cono que corresponde a una altura de 6.7 cm sobre la base.

Se compacta 25 golpes con la varilla compactadora evitando que la misma toque la base en que se apoya el cono. Se coloca una segunda capa a dos tercios del volumen que corresponde a una altura de 15.5 cm sobre la base. Y se compacta 25 golpes verticales en espiral cuidando que la varilla penetre ligeramente la capa anterior.

Figura. 43 Prueba de Asentamiento



Fuente: Autor

Se llena el molde colocando un poco más del concreto necesario y se golpea 25 veces penetrando ligeramente la capa anterior. Se aparta el concreto que haya caído ligeramente alrededor del molde. Se levanta el molde verticalmente en un tiempo de 5 a 7 segundos sin impactarle movimiento lateral o de torsión.

La operación completa debe efectuarse sin interrupción durante un tiempo máximo de 2 min, 30 s.

Se coloca el molde al lado del concreto ensayado y se mide la distancia entre la varilla colocada sobre el molde y la cara superior del concreto, la distancia tomada en cm es el ASENTAMIENTO de esa muestra de concreto.

Si el valor del asentamiento tiene más de una pulgada de diferencia al especificado, para tal caso, se repite el ensayo y se promedian los dos valores de asentamiento, si al repetir este ensayo no se cumple con el requisito de asentamiento, es necesario devolver el camión de concreto a la planta

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o resquebrajamiento del concreto, hacia un lado, el ensayo debe repetirse desechando el concreto del ensayo anterior.

Por lo general para este tipo de obra se utilizaban concretos con asentamientos de 3" para pavicretos, de 4" para cimentaciones y algunos elementos estructurales y de 6" para elementos estructurales donde se necesitaban maquinas de bombeo.

✓ **Elaboración y Curado de Muestras de Concreto en Obra**

Durante el transcurso de la obra y según las pruebas programadas en el Anexo 2 del PLAN DE CALIDAD se mandaron a ensayar 137 muestras de concreto en la obra Aldea Comercial, 80 en Pradera y 97 Náutica.

En la obra se requieren concretos de varias especificaciones y varios valores de resistencia mínima, a los cuales se les debe realizar un control estricto para garantizar la calidad de los productos generados por estos concretos ya sean zapatas, vigas, placas, columnas, piso entre otros.

A continuación se muestra un resumen de las especificaciones de concreto utilizado y para que se utilizaron.

- Para fundir piso de zonas comunes o publicas se utilizo con concreto de resistencia 17.5 MPa (2500 Psi) con tamaño de agregado de $\frac{3}{4}$ " y asentamiento 4 pulgadas.
- Para fundir columnas se utilizo concreto de 21 MPa (3000 Psi) con tamaño de agregado de $\frac{3}{4}$ " y asentamiento de 4" y 6" pulgadas.

- Para placa aligerada se utilizó concreto de 21 MPa (3000 Psi) con tamaño de agregado $\frac{3}{4}$ " y asentamiento 6 pulgadas.
- Para Muros de Contención tipo 1 se utilizó concreto de 21 MPa (3000 Psi) con tamaño de agregado $\frac{3}{4}$ " y asentamiento 4 pulgadas. Para Muros tipo 2 se utilizó concreto de 24.5 MPa (3500 Psi) con tamaño de agregado $\frac{3}{8}$ " y asentamiento 6 pulgadas.
- Para parqueaderos y vías se utilizó Pavicrete de MR-41 con tamaño de agregado $\frac{3}{4}$ " y asentamiento 3 pulgadas.

Para el concreto con especificaciones de 21 MPa y 24.5MPa se toman 8 muestras para ensayar a compresión según norma NTC 673, dos para ensayar a los 7 días, 2 a los 14, 2 a los 28 y dos a los 56 días en el caso que no se llegue a la resistencia deseada a los 28 días. para las muestras de pavicrete se tomaron 6 vigas para ensayar a flexión según norma NTC 2781; dos para ensayar a los 7 días, 2 a los 28 días y dos a los 56 días en caso que no se llegue a la resistencia esperada a los 28 días.

Los materiales requeridos para la realización de esta son: moldes cilíndricos, varilla compactadora, martillo, herramientas pequeñas, estos materiales deben cumplir con la norma NTC 550.

La **Varilla Compactadora**: debe ser de acero, cilíndrica, lisa, con las dimensiones que se indican en la tabla, y los extremos compactadores deben ser hemisféricos y del mismo diámetro de la varilla.

Tabla 2. Requisitos para varillas compactadoras

DIMENSIONES DE LA VARILLA			
Diámetro del cilindro, mm	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 o mayores	16	600	75

Fuente: Tomado de la NTC 550

Especímenes Cilíndricos: Deben ser cilindros de concreto fundidos y fraguados en posición vertical, con una altura igual dos veces el diámetro. El espécimen patrón debe ser un cilindro de 150 mm de diámetro interior por 300 mm de altura.

Viga Rectangular: La longitud debe ser por lo menos de 50 mm, mayor de tres veces la profundidad. La relación de ancho profundidad no debe exceder 1.5. La viga patrón debe medir 150 mm por 150 mm de sección transversal (500 mm de largo), y se debe usar para concreto con agregado grueso de un tamaño nominal hasta de 50 mm.

Los moldes para la elaboración de especímenes de concreto deben ser de acero, hierro fundido o cualquier material no absorbente y no reactivo con el concreto, debe mantener sus dimensiones y su forma, deben ser impermeables.

Las dimensiones de los moldes cilíndricos y moldes para vigas deben ser muy precisas para garantizar que las dimensiones de los especímenes para ensayo cumplan con las medidas establecidas por la norma.

Martillo: El martillo utilizado para no dejar la muestra porosa, es de mango o cabeza de caucho, y según norma debe tener un peso aproximado de 0.6 Kg con una desviación de 0.2 Kg, así que puede pesar 0.8 o 0.4 Kg.

Herramientas pequeñas: La herramienta más utilizada es el palustre utilizado para descargar el concreto sobre el molde.

- **Elaboración de Especímenes**

Para las obras de URBANAS S.A., se emplean en la elaboración de muestras el cilindro patrón y la viga patrón, para los cuales se tienen los siguientes requisitos.

Tabla 3. Elaboración de muestras de Concreto

Espécimen (cm)	Método de compactación	Número de capas	Profundidad aprox. de la capa, (cm)	Número de golpes/capa
Cilindro de 30 cm	Apisonamiento con varilla de 60 cm	3	10	25
Vigas de 15 cm	Apisonamiento con varilla de 60 cm	2	7.5	50

Fuente: Autor

El procedimiento llevado a cabo para la elaboración de la muestra de cilindro se describe a continuación. Las muestras son fundidas y se dejan fraguar dentro del molde en posición vertical, el molde se llena en tres capas cada una con sus respectivos 25 golpes, luego de los 25 golpes por capa se enrasa la última capa para darle un acabado fino a la muestra, la norma acepta depresiones del molde hasta de 3 mm, luego de esto empieza el curado de la muestra, a este se le da inicio después de 24 horas a partir del momento que se desencofra se introduce la muestra, Por último se marca la muestra para no tener problemas.

Figura. 44 Toma de muestras de concreto.



Fuente: Autor

En el caso de muestra de viga, las muestras son fundidas y se dejan fraguar dentro del molde en posición horizontal, el molde se llena en dos capas cada una con sus respectivos 50 golpes, luego de los 50 golpes por capa se enrasa la última capa para darle un acabado fino a la muestra. Luego de esto empieza el curado de la muestra, a este se le da inicio después de 24 horas a partir del momento que se desencofra se introduce la muestra, Por último se marca la muestra para no tener problemas.

Inmediatamente es desencofrada la muestras se realiza el curado final, este consiste en almacenar los cilindros en un ambiente húmedo, con agua sobre la superficie de los cilindros y vigas, esta agua debe estar libre de cualquier tipo de ácido, la temperatura de la pila de agua debe estar entre los 21 y 25 grados centígrados sobre la superficie del cilindro y las vigas.

Las muestras se toman siguiendo las consideraciones anteriores dadas por la NTC 454, identificando cada muestra respecto a la localización del elemento en concreto de la estructura que representa, la fecha y hora de su elaboración, así como el valor de asentamiento obtenido y a demás registrando el número del recibo de envío de la planta mezcladora, para lo cual se maneja el registro de toma de muestras en obra (**ver Anexo 12**) según el formato CTR-FO-31 REGISTRO CONTROL DIARIO DE CONCRETO

✓ **Envío de Muestras de Concreto para Ensayar**

En obra se tomaron dos tipos de pruebas de concreto diferentes para ensayar, una prueba a compresión y otra flexión. La prueba a compresión se rige por la norma NTC 673 la cual consiste en la aplicación de una carga axial de compresión a cilindros moldeados a una velocidad prescrita hasta que suceda la falla. La resistencia a la compresión del cilindro se calcula dividiendo la carga o fuerza máxima alcanzada sobre el área transversal de la muestra. La prueba a flexión se rige por la norma NTC 2871 y consiste en el uso de una viga simple con carga en los tercios medios.

De acuerdo a las fechas de fundida o de toma de las muestras se agrupaban según los días a ensayar las parejas que cumplieran con la edad de ensayo respectiva ya fueran a los 7 días, 14 días, 28 días o 56 días se mandaba el envío de muestras de concreto el día martes de cada semana.

Para el caso de la estructura tradicional se ensayaban a los 7 días, a los 14 y a los 28 días normalmente, se hacía necesario el ensayo a los 56 días cuando la resistencia obtenida del ensayo a los 28 días no alcanzaba el 100% de la resistencia esperada de diseño. Para las muestras de pavicrete se ensayaban a los 7 días y 28 días normalmente, solo cuando no se obtenía la resistencia deseada a los 28 días se ensayaba la prueba de los 56 días.

Tabla 4. Resistencias Esperadas al día de ensayo

ESPERADO A 3 DÍAS	ESPERADO A 7 DÍAS	ESPERADO A 14 DÍAS	ESPERADO A 28 DÍAS	ESPERADO A 56 DÍAS
50%	70%	80%	100%	100%

Fuente: Autor

El reporte de los resultados de cada una de las muestras entregados por el laboratorio se registró en el formato CTR-FO-15 ENSAYO DE CONCRETO (**Ver Anexo 13**).

3.4.6 Control de Calidad para el Acero de Refuerzo

Según el PLAN DE CALIDAD Anexo 2, se planeo hacer para cada tipo de diámetro de barra utilizado en la obra un ensayo a tracción por cada 100 Toneladas de acero de refuerzo que llegue a la obra, como lo exige la NSR-98 Capítulo de Materiales, mandar a realizar el ensayo a tracción según la NTC 2, la cual nos dice que se deben cortar 2 muestra de los diámetros de las barras que hayan en el área de trabajo de 60 cm para mandar al laboratorio para que en este determinaran su respectivo valor de resistencia de fluencia f_y .

A partir de estos reportes se promediaba los valores de resistencia obtenidos para cada barra y así establecer el f_y para darle aceptación al material. Para que el ensayo tenga validez debe estar aprobado por el laboratorista y el ingeniero residente de la obra.

Debido a que las obras Como la Aldea Comercial, Náutica y Pradera son urbanismo, el empleo de acero para refuerzo es relativamente bajo comparado con una obra tipo edificación, se realiza mínimo una prueba así no se haya logrado las 100 toneladas estipuladas con el plan de calidad de la obra.

5. MURO DE CONTENCION

Los muros de contención son estructuras diseñadas para contener en forma segura una masa de suelo o agua transmitiendo las fuerzas del relleno al suelo de fundación.

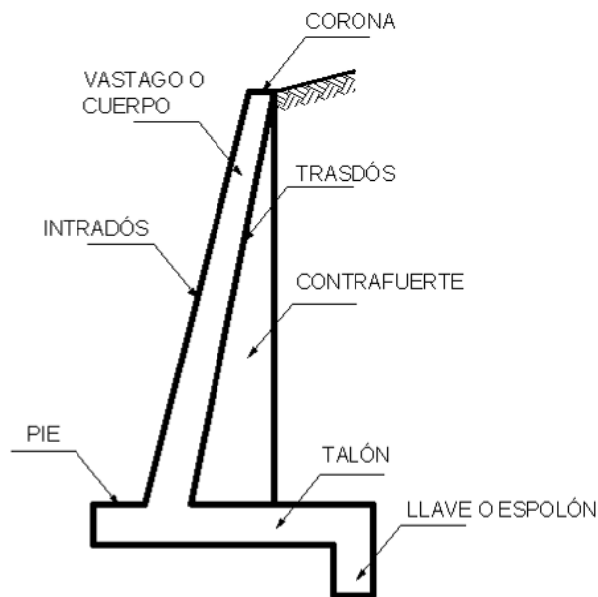
Los muros de contención frecuentemente están expuestos a la intemperie por lo cual es importante en su diseño la elaboración de un sistema de drenaje para la evacuación de aguas.

5.1 NOMENCLATURA

- Corona: Parte superior del muro de contención.
- Vástago o cuerpo: Parte del muro que se levanta a partir del cimiento o base y posee una geometría determinada para resistir los esfuerzos a que va a ser sometido.
- Trasdós: Cara interna del cuerpo o vástago, está en contacto con el suelo de relleno.
- Intradós: Cara externa de cuerpo o vástago.
- Pie: Parte de la base del muro que queda debajo del intradós.
- Talón: Parte de la base que queda por debajo del trasdós y bajo el material de relleno.

- Llave o espolón: Parte de la base que se introduce en el suelo para mejorar la estabilidad al deslizamiento.
- Contrafuertes: Muros construidos normales al eje de la estructura de contención para proporcionar mayor rigidez y resistencia.

Figura. 45 Partes de un muro de contención.



Fuente: Autor

5.2 CLASIFICACIÓN

Las estructuras de contención se clasifican según el sistema para transmitir las cargas:

5.2.1 Muros rígidos

“Son estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes sin romperse”⁹.

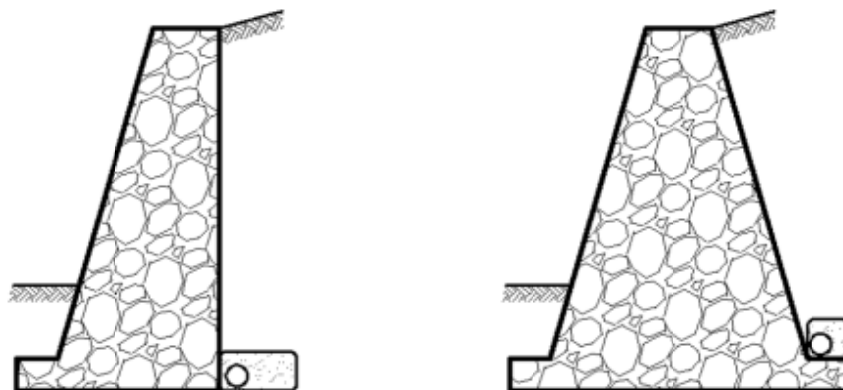
⁹ TOMADO DEL LIBRO SUAREZ DIAZ JAIME. DESLIZAMIENTO Y ESTABILIDAD DE TALUDES EN ZONAS TROPICALES, 1998.

5.2.1.1 Muro de Gravedad

Utilizan su propio peso para resistir las fuerzas laterales de la tierra u material contenido y asegurar la estabilidad.

Su construcción se realiza generalmente con concreto ciclópeo, constituido por concreto de baja resistencia y un porcentaje en piedra entre 40% y 60% en volumen, y no utiliza ningún refuerzo, por ello se debe dimensionar para que el ciclópeo resista los esfuerzos existentes, incluidos los esfuerzos a tracción. Se caracterizan por ser muros de gran sección, poco pie y poco talón. Estos muros son económicos para alturas para alturas menores a 3.50 m.

Figura. 46 Muros de gravedad.

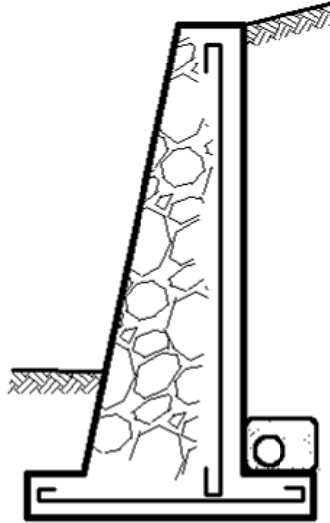


Fuente: Autor

5.2.1.2 Muros de Semi-Gravedad

Son muros más esbeltos que los muros de gravedad debido a que resisten esfuerzos a tracción por la inclusión de cuantías bajas de acero. Resultan económicos para alturas hasta 4.00 m.

Figura. 47 Muro de semi-gravedad.



Fuente: autor

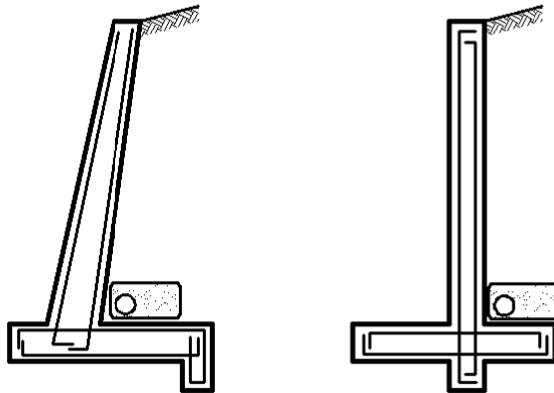
5.2.1.3 Muros de Voladizo

Son muros de concreto reforzado y su estabilidad depende de factores como la forma de su sección, de sus dimensiones y el peso del suelo de relleno. Estos muros son mucho más esbeltos y pueden soportar esfuerzos de tensión considerables gracias a la inclusión de acero de refuerzo.

Los muros en voladizo deben su estabilidad a la acción del empotramiento en el extremo inferior, de forma que el muro trabaja como una viga vertical en voladizo que soporta las cargas horizontales otorgadas por el suelo de relleno.

Son muros que ofrecen una gran variedad en su geometría, siendo los más frecuentes para diseñar. Es frecuente la utilización de una llave o espolón en el talón para garantizar mayor estabilidad al deslizamiento. Resultan económicos hasta alturas de 6.00 m.

Figura. 48 Muros de voladizo.



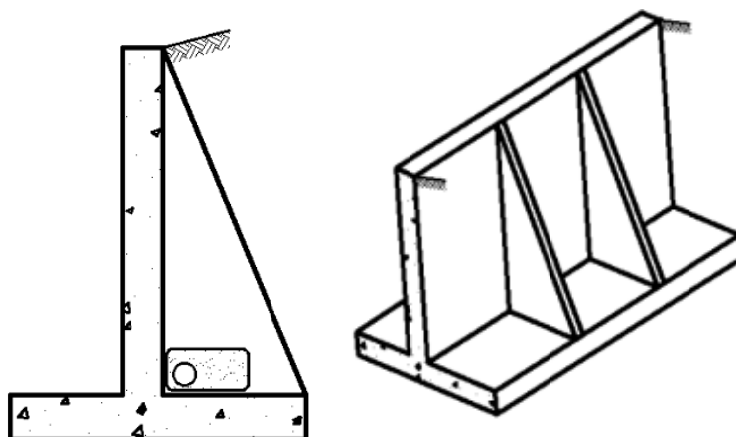
Fuente: Autor

5.2.1.4 Muros con Contrafuertes

Son muros que además de contar con las mismas características de los muros en voladizo cuentan con placas verticales de concreto reforzado espaciadas entre sí a distancias iguales o mayores que $\frac{1}{2}$ de la altura del muro denominados contrafuertes y tienen como función reducir los momentos flectores en la pantalla del muro.

Los muros con contrafuertes son utilizados generalmente para alturas mayores a 6.00 m.

Figura.49 Muros con contrafuertes.



Fuente:Autor

5.2.2 Muros Flexibles

Son muros que soportan deformaciones sin que se rompa su estructura.

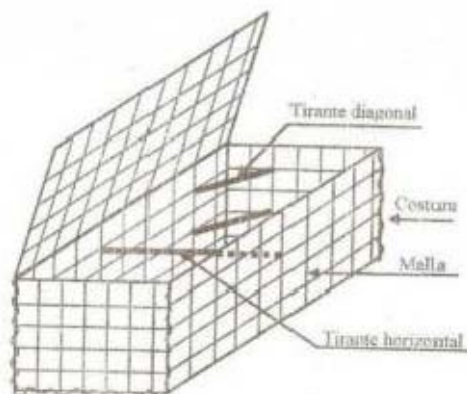
5.2.2.1 Gaviones

Un gavión es una caja de forma prismática rectangular, fabricada con malla metálica galvanizada que se rellena con cantos de roca. Las mallas pueden ser malla hexagonal o de triple torsión, eslabonadas o electrosoldadas.

Estas unidades deben amarrarse para evitar el desplazamiento de unidades aisladas garantizando una estructura monolítica. Cada unidad dependiendo del tamaño de la caja y de la flexibilidad o rigidez que se desee para el muro debe llevar tirantes diagonales y horizontales.

Los gaviones cuentan con varias ventajas entre las que se encuentran el fácil alivio de presiones, soportan asentamientos sin pérdida de eficiencia y son capaces de resistir tensiones de tracción. Se debe tener en cuenta que entre mayor altura tenga el gavión la estructura contará con menor rigidez. Son estructuras más económicas y de construcción más sencilla que los muros de concreto.

Figura. 50 Elementos constitutivos de un gavión.



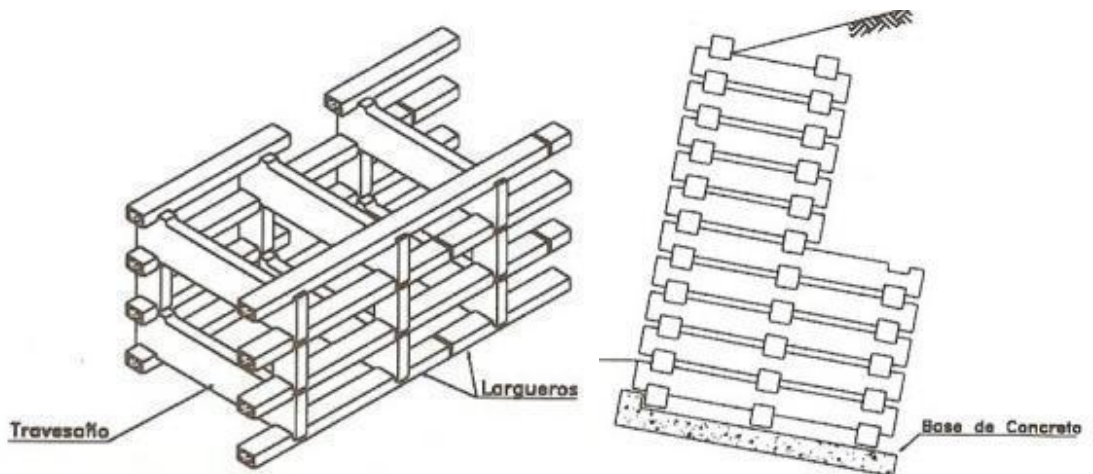
Fuente: Tomado de Rochel Roberto (1999)

5.2.2.2 Cribas.

Son estructuras de prefabricados de concreto que componen una caja que se rellena con suelo granular o roca para darle resistencia y peso, conformando un muro de gravedad.

Los elementos prefabricados son travesaños y largueros, siendo los primeros normales al eje del muro y los segundos en forma paralela.

Figura. 51 Esquemas generales de muros criba



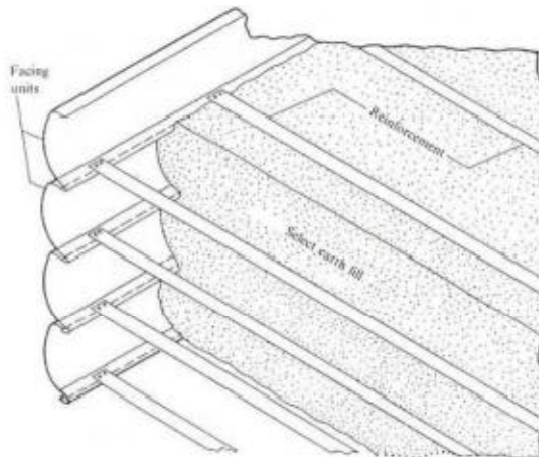
Fuente: Tomado de Suarez Díaz Jaime (1998)

5.2.3 Muros en Tierra Armada

Son estructuras que utilizan como refuerzo del suelo de relleno tiras metálicas, geotextil o mallas de refuerzo, siendo los geotextiles los más utilizados. En estos se transmiten los esfuerzos por fricción, pero tienen un inconveniente; se deterioran fácilmente con la luz ultravioleta del sol y necesita de un recubrimiento.

Son estructuras de fácil construcción y que soportan asentamientos diferenciales, y necesitan de un espacio muy superior al de cualquier otro muro de contención debido a que su espesor debe ser de 0.8 veces la altura del muro. El relleno debe poseer una compactación mayor o igual al 95% del Proctor Modificado.

Figura. 52 Tiras metálicas en muro de tierra.



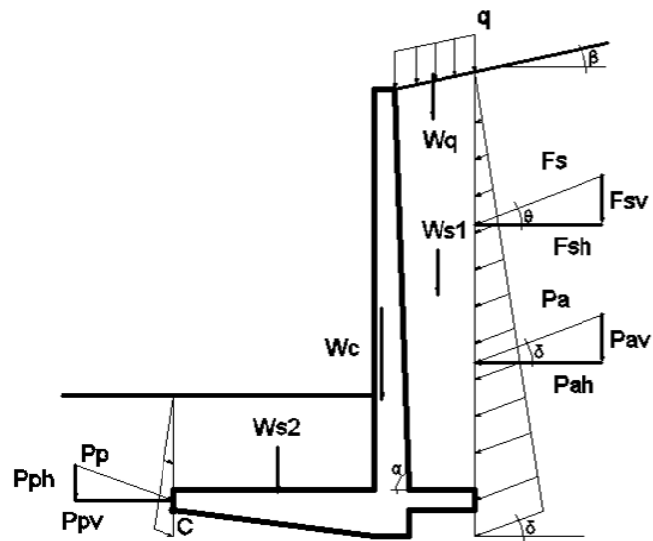
Fuente: Bowles Joseph E. (1988)

5.3 CARGAS DE DISEÑO

Las cargas que actúan y se tienen en cuenta en el diseño de un muro de contención son las siguientes:

1. Peso propio del muro (W_c).
2. Peso del relleno en el trasdós (W_{s1}).
3. Peso del relleno en el intradós. Este peso es frecuentemente despreciado debido a la incertidumbre que se posee de la permanencia de la tierra (W_{s2}).
4. Presión activa (P_a).
5. Presión pasiva (P_p).
6. Sobrecargas (w_q).
7. Fuerza de sismo (F_s).

Figura. 53 Cargas de diseño en un muro de contención.



Fuente: Autor

5.4 PRESIÓN DE TIERRAS SOBRE LOS MUROS

En la presión de tierras existen tres tipos de presión que dependen de la deformabilidad del muro y la interacción suelo-estructura:

- ✓ Presión en reposo.

Esta presión se encuentra cuando las deformaciones entre el suelo y el muro son prácticamente nulas; es decir la masa de suelo en el trasdós no se ha movido.

- ✓ Presión Activa.

“La presión activa es la presión lateral ejercida por el suelo detrás de la estructura cuando la pared se mueve suficientemente hacia afuera para alcanzar un valor mínimo.”¹⁰

¹⁰ SUAREZ DIAZ JAIME. DESLIZAMIENTO Y ESTABILIDAD DE TALUDES EN ZONAS TROPICALES, 1998.

- ✓ Presión Pasiva.

Sucede cuando el muro se desplaza lo suficiente de forma que empuja al relleno hasta que la presión alcanza un valor máximo.

Es decir; el empuje en reposo es un valor intermedio entre las presiones activa y pasiva. Existen diversas teorías en Mecánica de Suelos para determinar el empuje de tierras de las cuales se van a describir las debidas a Coulomb y Rankine.

5.4.1 Presión de Tierras de Coulomb ¹¹

La teoría de presión de tierras de Coulomb (1776), está basada en las siguientes suposiciones:

- El suelo es isotrópico, homogéneo y posee fricción interna y cohesión.
- La superficie de ruptura y del relleno son planas y la superficie del relleno posee un ángulo de inclinación β .
- La resistencia de fricción es uniformemente distribuida a lo largo de la superficie de la ruptura y el coeficiente de fricción del suelo es $f = \tan \phi$
- La cuña de falla es un cuerpo rígido que sufre traslación.

Teniendo en cuenta que:

ϕ = Angulo de fricción del suelo.

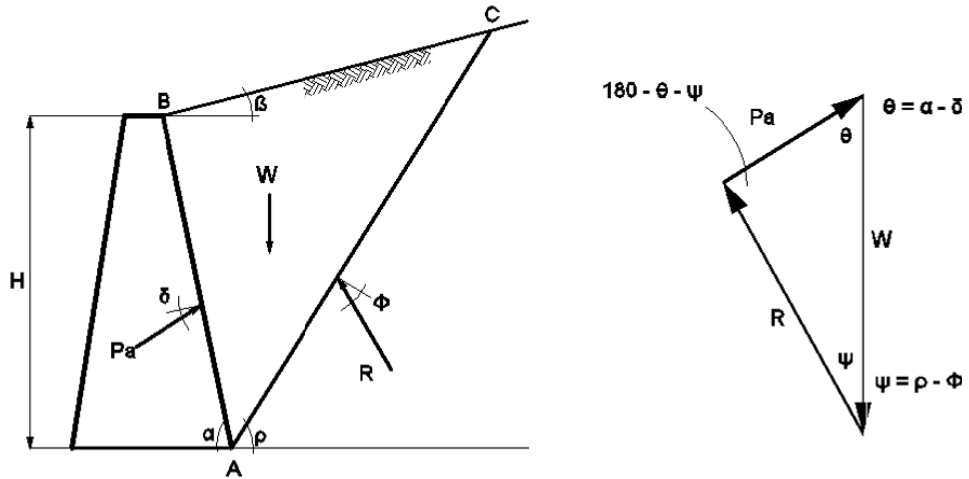
δ = Angulo de fricción muro-suelo.

Las ecuaciones se relacionan con un suelo no cohesivo a partir de la figura 53.

¹¹TOMADO DE **BOWLES, JOSEPH (1988)**.

5.4.1.1 Presión Activa.

Figura. 54 Esquema de fuerzas para presión activa.



Fuente: Bowles Joseph E. (1988)

Tomando el peso de la cuña ABC:

$$W = \frac{\gamma H^2}{2 \sin^2 \alpha} \left[\sin(\alpha + \rho) \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)} \right] \quad \text{Ec. 1}$$

A partir del triángulo de fuerzas de la Fig. 54 obtenemos el valor de la presión activa Pa:

$$Pa = \frac{W \sin(\rho - \phi)}{\sin(180 - \alpha - \rho + \phi + \delta)} \quad \text{Ec. 2}$$

Reemplazando la ecuación 1 en 2:

$$Pa = \frac{\gamma H^2}{2 \sin^2 \alpha} \left[\sin(\alpha + \rho) \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)} \right] \frac{\sin(\rho - \phi)}{\sin(180 - \alpha - \rho + \phi + \delta)} \quad \text{Ec. 3}$$

El valor máximo de la fuerza pasiva se encuentra cuando $dPa/d\rho = 0$, y obtenemos:

$$Pa = \frac{\gamma H^2}{2} \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad \text{Ec. 4}$$

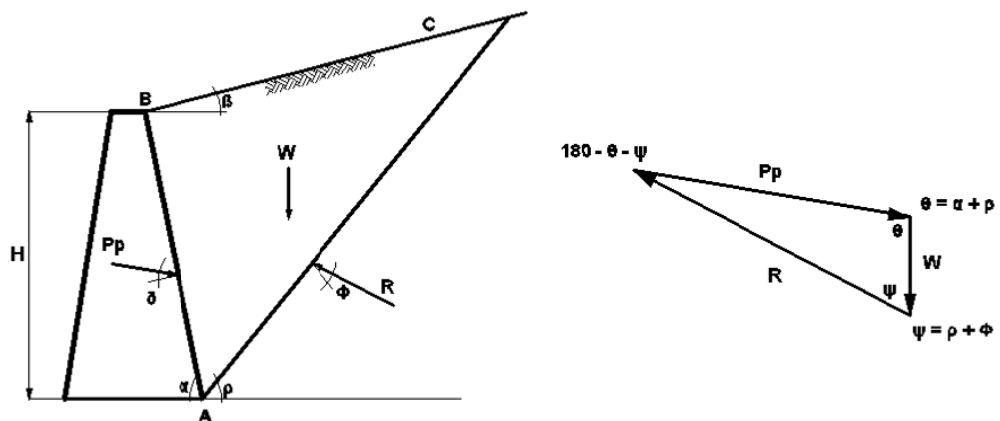
$$Pa = \frac{\gamma H^2}{2} Ka \quad \text{Ec. 5}$$

Donde

$$Ka = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad \text{Ec. 6}$$

5.4.1.2 Presión Pasiva

Figura. 55 Esquema de fuerzas para presión pasiva.



Fuente: Bowles Joseph E. (1988)

Las ecuaciones de la presión pasiva se derivan de la misma manera que las ecuaciones de la presión activa, exceptuando el ángulo de inclinación con respecto al muro.

Tomando el peso de la cuña:

$$W = \frac{\gamma H^2}{2} \sin(\alpha + \rho) \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)} \quad \text{Ec. 7}$$

Del triángulo de la Fig. 55 obtenemos el valor de la presión activa P_p por medio de la ley de senos.

$$P_p = \frac{W \sin(\rho + \phi)}{\sin(180 - \alpha - \rho - \phi - \delta)} \quad \text{Ec. 8}$$

Reemplazando la ecuación 7 en 8, y derivando para encontrar el valor mínimo de P_p obtenemos:

$$\frac{dP_p}{d\rho} = 0$$

$$P_p = \frac{\gamma H^2}{2} \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad \text{Ec. 9}$$

Ecuación que se puede escribir como:

$$P_p = \frac{\gamma H^2}{2} K_p \quad \text{Ec. 10}$$

Donde

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad \text{Ec. 11}$$

Las principales deficiencias en la teoría de Coulomb es la toma de un suelo ideal y de una zona de ruptura plana.

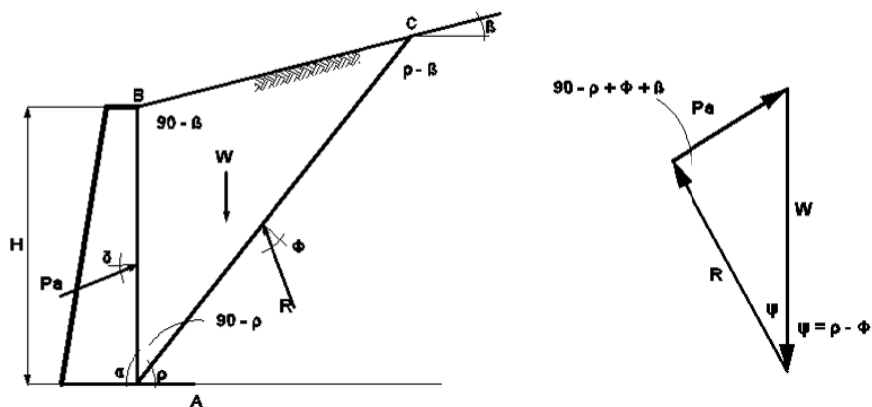
5.4.2 Presión de Tierras de Rankine¹²

La teoría de Rankine (1857) tiene las mismas suposiciones que Coulomb; relleno no cohesivo, homogéneo e isotrópico y superficie de falla plana, excepto que no se asume la fricción muro-suelo ($\delta = 0$).

En la teoría de Rankine no vamos a entrar a demostrar las ecuaciones de las presiones activa y pasiva, y sólo presentaremos las expresiones que las definen.

5.4.2.1 Presión Activa

Figura. 56 Esquema de fuerzas para presión activa Rankine.



Fuente: Bowles Joseph E. (1988)

De acuerdo a la Fig. 56 tenemos:

$$Pa = \frac{\gamma H^2}{2} Ka$$

Donde:

$$Ka = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad \text{Ec. 12}$$

¹² TOMADO DE BOWLES, JOSEPH (1988).

5.4.1.2 Presión Pasiva.

Para el cálculo de la presión pasiva tenemos la siguiente expresión:

$$Pp = \frac{\gamma H^2}{2} Kp$$

Donde:

$$Kp = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad \text{Ec. 13}$$

Se puede observar que la teoría de Coulomb para calcular los empujes con los valores $\alpha=90^\circ$; trasdós vertical y $\alpha=\beta=0^\circ$; ángulo de fricción muro-suelo y plano del suelo de relleno horizontal, respectivamente, conduce al mismo valor del empuje que la de Rankine.

5.4.3 Suelos Cohesivos

Una de las suposiciones para el desarrollo de las teorías de Coulomb y Rankine es que el valor de la cohesión del suelo es cero ($c=0$); es decir que ninguna de las teorías tuvo en cuenta los suelos cohesivos.

Para dar solución a esto a partir de las ecuaciones desarrolladas por Bell (1915) que fueron obtenidas del círculo de Mohr, se incluyeron modificaciones a las ecuaciones logradas por Coulomb y Rankine dando por resultado:

Para la presión activa:

$$Pa = \frac{\gamma H^2}{2} Ka - 2cH\sqrt{Ka} \quad \text{Ec. 14}$$

Para la presión pasiva:

$$P_p = \frac{\gamma H^2}{2} K_p + 2cH\sqrt{K_p} \quad \text{Ec. 15}$$

Donde K_a y K_p son los coeficientes de presión activa y pasiva respectivamente, de acuerdo a las teorías de Coulomb o Rankine.

5.4.4 Presión de Agua y Nivel Freático

La existencia de agua en el relleno y la presencia de nivel freático son algo indeseable debido a que aumenta el peso y la presión lateral. En los casos en que presente se debe analizar los muros de contención con una fuerza adicional que represente la presión ejercida por el agua. Igualmente es importante realizar un adecuado diseño de drenaje para evacuar el agua lluvia y el agua subterránea.

5.4.5 Angulo de Fricción Muro-Suelo (δ) y Adhesión (C_a)

El ángulo de fricción del muro-suelo δ depende tanto de las propiedades del suelo como del valor y dirección del movimiento del muro; además esta no es constante a lo largo del muro, así que un valor razonable para paredes de concreto relativamente lisas es de 0.6 a 0.8ϕ .

Existen tablas donde se expresa δ de acuerdo a la tipología de la cara del muro y las características del suelo de relleno. **(Ver Anexo 14)**

La adhesión se desarrolla dependiendo del valor de la cohesión del suelo de fundación por la expresión $C_a = k \cdot c$ donde k generalmente toma valores de 0.5 a 0.7 y siendo c el valor de la cohesión.

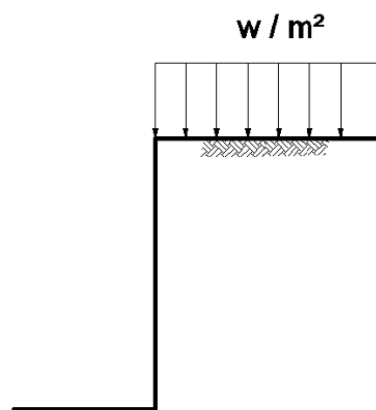
5.4.6 Empuje Producido por Sobrecargas

Se denominan sobrecargas a cargas ubicadas sobre el suelo de relleno y detrás del trasdós y que se deben a funciones constructivas del muro de contención, como son el paso de vehículos o el peso de una edificación.

Estas son usualmente cargas repartidas infinitas, cargas en forma de tiras o cargas lineales.

- Cargas repartidas infinitas:

Figura. 57 Carga repartida infinita.



Fuente: Suarez Díaz Jaime (1998)

El efecto producido por las cargas repartidas (Fig. 57) en la presión activa se calcula con la expresión:

$$Pa = \frac{1}{2} Ka \gamma_{eq} H^2 \quad \text{Ec. 16}$$

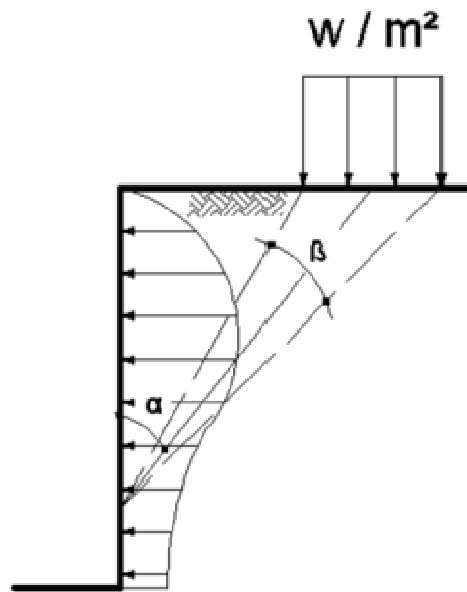
Donde

$$\gamma_{eq} = \gamma + \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \alpha)} \left(\frac{2q}{H} \right) \cos \alpha \quad \text{Ec. 17}$$

- Carga en forma de tiras:

Estas cargas son paralelas a la estructura de contención. Para su evaluación se debe tomar la resultante del diagrama de cargas descrito por la expresión:

Figura. 58 Carga en forma de tira.



Fuente: Suarez Díaz Jaime (1998)

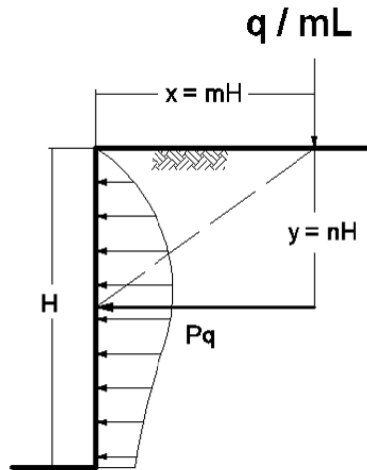
$$Pq = \frac{2q}{\pi}(\beta + \sin \beta)\sin^2 \alpha + \frac{2q}{\pi}(\beta - \sin \alpha)\cos^2 \alpha \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

Pq = presión horizontal en el punto a.

- Carga lineal:

Figura. 59 Carga lineal paralela al muro.



Fuente: Suarez Díaz Jaime (1998)

El diagrama de presiones se realiza a partir de la expresión:

$$Pq = 1.27 \frac{q}{H} \frac{m^2 n}{(m^2 + n^2)^2}; m > 0.4 \quad \text{Ec. 18}$$

$$Pq = 0.203 \frac{q}{H} \frac{n}{(0.16 + n^2)}; m < 0.4 \quad \text{Ec. 19}$$

5.4.7 Evaluación del Efecto del Sismos

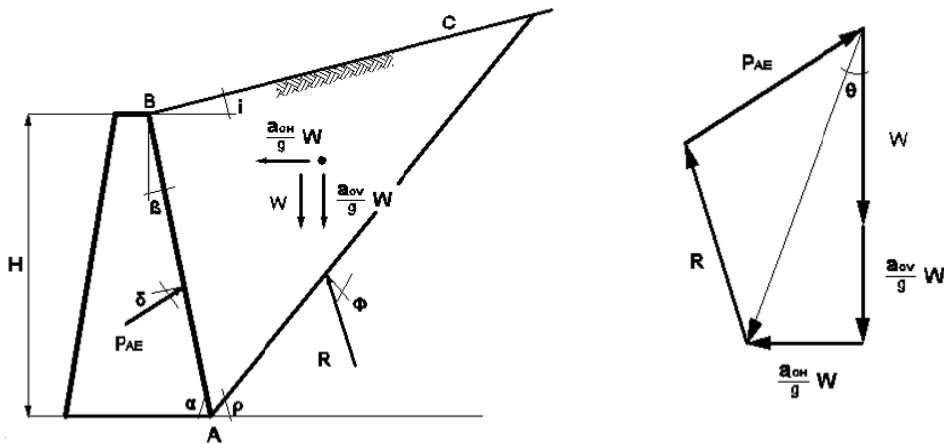
Existen diversos métodos para evaluar la fuerza sísmica como son el Sistema Mononobe-Okabe y el Sistema Richard-Elms. Para el objeto de nuestro proyecto se describirá el primero de los sistemas.

- **Sistema Mononobe-Okabe**

En el sistema se supone:

- ✓ Relleno seco, granular y homogéneo.
- ✓ De acuerdo con la figura 60 el muro se mueve lo suficiente a lo largo de la superficie deslizada para que la cuña triangular del suelo detrás del muro forme puntos de falla incipientes con el cortante máximo resistente del suelo alcanzando el estado activo.

Figura 60 Fuerzas sobre la cuña de falla.



Fuente: Muentes Carlos y Barrera Carlos. Proyecto de grado. (2007)

Teniendo en cuenta el polígono de fuerzas obtenemos la siguiente expresión:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \left(1 + \frac{a_{cv}}{g} \right) K_s \quad \text{Ec. 20}$$

Donde:

K_s es el coeficiente sísmico horizontal.

θ es la inclinación de la fuerza inercial resultante respecto al eje vertical.

$$K_s = \frac{\frac{\sin^2(\phi - \theta + \alpha)}{\cos(\theta) \sin(\delta + \theta + \alpha)}}{\left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - \beta)}{\cos(\delta + \theta - \alpha) \sin(\beta + \alpha)}} \right)^2} \quad \text{Ec. 21}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{a_{ch}}{g}}{1 - \frac{a_{cv}}{g}} \right) \text{ Ec. 22}$$

Donde:

A_{ch}/g y A_{cv}/g son los coeficientes horizontal y vertical respectivamente, de aceleración del suelo expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, en el cual el coeficiente vertical se puede tomar como 2/3 del coeficiente horizontal.

Así el incremento del empuje debido a la acción sísmica se puede expresar como:

$$\Delta E_S = \frac{1}{2} \gamma_{PROM} H^2 \left[\left(1 + \frac{a_{cv}}{g} \right) K_S - K_a \right] \text{ Ec. 23}$$

Y se ubica a $0.6 \cdot H$ por encima del punto de aplicación del empuje activo.

5.5 ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN

Las estructuras de contención tienen como función retener en forma segura materiales, principalmente masas de suelo, y para ello debe cumplir con unos factores mínimos de estabilidad.

En el estudio de estabilidad de muros se realizan los siguientes chequeos:

- Chequeo por vuelco.
- Chequeo por deslizamiento.
- Chequeo de capacidad de carga de cimentación.

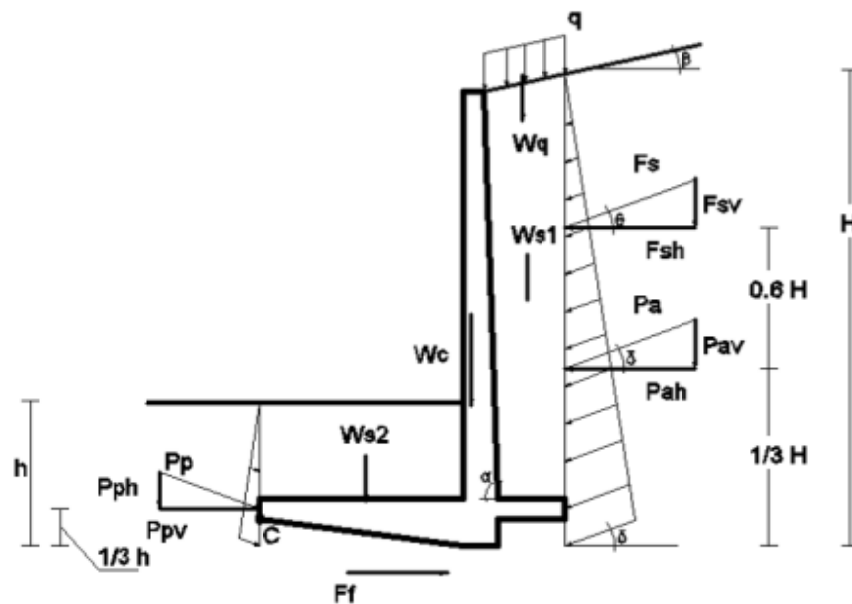
5.5.1 Chequeo por Vuelco

En forma general las principales fuerzas que actúan sobre un muro de contención se encuentran en la Figura 61. Ver sección 4.3

El análisis de estabilidad por vuelco se realiza tomando momentos con respecto a la base del pie o puntal (C).

Las fuerzas que tienden a volcar el muro son el componente horizontal del empuje activo que se ubica a $1/3$ de la altura del muro y el componente horizontal de la fuerza sísmica. Estas fuerzas son denominadas Fuerzas de Vuelco.

Figura. 61 Esquema de cargas y distancias.



Fuente: Autor

Las fuerzas estabilizadoras incluyen el peso del relleno adyunto al trasdós, el peso propio del muro al igual que el componente del empuje activo. El empuje pasivo no se tiene en cuenta debido a que tiende a dar seguridad por ser de efecto contrario al empuje activo.

Así el factor de seguridad por vuelco se define como:

$$FSV = \frac{\sum M_E \text{ (fuerzas estabilizadoras)}}{\sum M_V \text{ (fuerzas de vuelco)}} \text{ Ec. 24}$$

Debe estar en el rango de 1.5 a 2.0 según la importancia del muro y el tipo de relleno que se retiene.

5.5.2 Chequeo por Deslizamiento

El componente horizontal del empuje activo tiende a deslizar el muro y esta acción es resistida por la fuerza de fricción y la adhesión entre la base del muro y el suelo de cimentación y la componente horizontal del empuje pasivo.

El factor de seguridad al deslizamiento se define como:

$$FSD = \frac{P_{RESISTENTE}}{P_{ACTUANTE}} \text{ Ec. 25}$$

Donde

$$P_{RESISTENTE} = Fr + Pp \text{ Ec. 26}$$

$$Fr = R \tan \delta b + Ca B \text{ Ec. 27}$$

El ángulo de fricción entre la base y el suelo se puede tomar como $\delta b = \phi$

La cohesión generalmente se reduce por el contacto con el concreto húmedo y el valor de esta reducción por adhesión Ca se encuentra entre 0.5 y 0.7 de la cohesión del suelo. (Ver sección 4.4.5)

El F.S.D. debe estar entre 1.25 y 2.0 dependiendo de la importancia del muro y de las características del suelo de relleno.

El F.S.D. se puede aumentar utilizando una llave, espolón o tacón, el cual tiene como objeto desplazar el plano de falla del suelo y aumentar el empuje pasivo.

5.5.3 Chequeo de Capacidad de Carga

Las cargas del muro se transmiten al suelo de cimentación por la losa de la base y se debe chequear que las presiones resultantes sean menores a la presión admisible del suelo de fundación.

$$\sigma_{PIE,TALÓN} = \frac{\sum F_v}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \text{ Ec. 28}$$

Donde:

$$x = \frac{\sum M_E - \sum M_V}{\sum F_v} \text{ Ec. 29}$$

$$e = \frac{B}{2} - x \text{ Ec. 30}$$

$\sum F_v$ = Sumatoria de las fuerzas verticales.

e = excentricidad.

Es importante evaluar la posición de la resultante de las fuerzas del muro, y se recomienda que este caiga en el tercio medio de la base; es decir, debido a que si es mayor existirá en la base un esfuerzo de tensión que se debe transmitir al suelo y este posee un esfuerzo a tensión bajo.

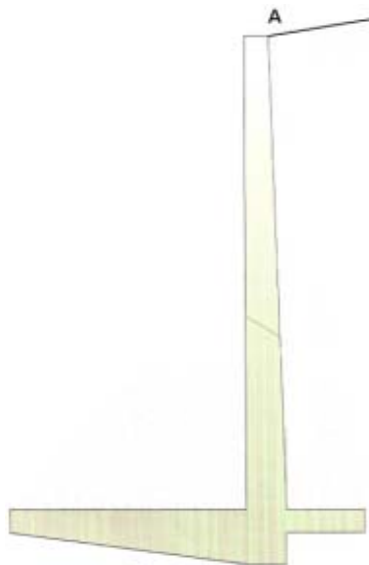
6. MUROS DE CONTENCIÓN DE LA OBRA, DESCRIPCIÓN, COMPARATIVOS CANTIDADES Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

6.1 DESCRIPCIÓN METODO CONSTRUCTIVO

6.1.1 Localización del Tramo

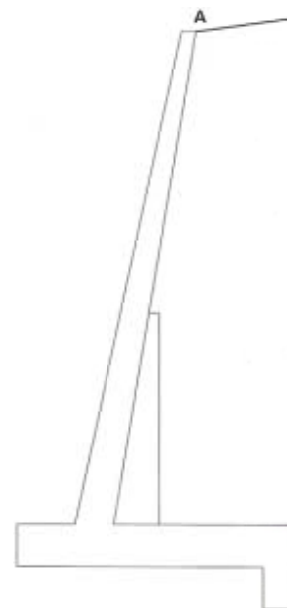
Se realiza la ubicación topográfica del tramo a construir definiendo y materializando en el terreno el punto A el cual limita con el lindero de los lotes o vías, y se realiza la estimación de la altura del muro.

Figura. 62 Esquema muro en voladizo.



Fuente: Autor

Figura. 63 Esquema muro con contrafuertes.



Fuente: Autor

6.1.2 Excavación y Replanteo de Piso

Se demarca con cal la base del muro de acuerdo a las medidas indicadas en el diseño y se procede a hacer la excavación a mano o a máquina dependiendo del tipo de terreno y el replanteo del piso (a mano) hasta encontrar suelo competente.

Figura. 64 Excavación y replanteo de pisos.



Fuente: Autor

Se hizo necesaria la utilización de compresores y explosivos (pólvora negra) en los tramos 8, 9 y 10 de lotes y tramos 7 y 8 de cabañas. Igualmente se debió hacer la reposición de suelos con ciclópeo compuesto por 40 % de roca y 60% en concreto de 2500 psi en los tramos 5, 9 y 11 de lotes y 11 de cabañas.

Para el concreto de limpieza o solado se utiliza concreto de 2000 psi $\frac{3}{4}$ " de espesor 5cm, para luego armar el hierro y los tableros para fundida de la base.

6.1.3 Armado de Base

En el armado de la base se utiliza acero de 5/8", 7/8" y 1" para los muros en voladizo; y 3/8" y 3/4" para muros con contrafuertes. La separación entre barras como es obvio; depende del tipo y altura del muro.

El concreto para los muros tipo 1 es de 3000 psi $\frac{3}{4}$ " y en los muros tipo 2 se utiliza concreto de 3500 psi $\frac{3}{8}$ " y se aplica ACPM a los tableros utilizados en el encofrado.

Figura. 65 Armado de base.



Fuente: Autor

Figura. 66 Refuerzo del tacón.



Fuente: Autor

En la fundida de la base se deja el refuerzo de la pantalla y los contrafuertes; en caso de necesitarse, embebidos en el concreto y luego de la nivelación se aplica como aditivo para curado Antisol¹³, que es un producto que evita la pérdida prematura de agua.

¹³ ANTISOL "Es una parafina que actúa como curador de concreto formando una capa delgada sobre el mismo que evita la pérdida prematura de agua"

Figura. 67 Fundida base.



Fuente: Autor

6.1.4 Armado de Pantalla

El armado del hierro y tableros se realiza normalmente hasta un altura igual a 4 tableros (2.80 m) y se realiza un primera revisión del desplome dejando igualmente embebidos en la pantalla el hierro para los contrafuertes. Los “lloraderos” se materializan con tubería de 3” ubicadas en altura cada 2 tableros (2.1 m) y en longitud cada 3.0 m. en los muros tipo 1 (Muros en voladizo).

Figura. 68 Ubicación tubos para lloraderos.



Fuente: Autor

Figura.69 Armado pantalla.



Fuente: Autor

En los muros tipo 2 los “lloraderos” de la parte inferior se encuentran cada 4 m. en tubería de 6”. El desarme de la parte externa del muro se realiza el día siguiente de la fundida y se realiza la aplicación del Antisol. La parte interna se desencofra a los 7 días dejando un entibado en la parte interna para los muros tipo 2.

Para el armado de hierro y tableros para fundir muros de más de 2.80m se realiza para cada 3 tableros (2.10m) hasta completar la altura designada, realizando el desencofrado externo e interno a los 2 y 7 días, respectivamente dejando en la parte superior del muro “pelos” o “UES” que van a ser utilizadas como puntos de anclaje para los arneses cuando se instale el geodren planar¹⁴.

Figura. 70 Encofrado pantalla



Fuente: Autor

Figura. 71 Pantalla Muro



Fuente: Autor

En el desencofre de la parte interna de los muros cuando existe contrafuertes se hace necesario el corte de tableros. Los contrafuertes se funden realizando el respectivo encofrado con tablonés. En el armado de la pantalla se utilizan parales de 4m y 6m, cerchas de 5m y alambre galvanizado.

¹⁴ GEODREN PLANAR: Geocompuesto conformado por geotextiles no tejidos y georedes, donde el geotextil actúa como filtro, reteniendo las partículas del suelo y permitiendo el paso del agua, y la geored se encarga de transportar el agua.

6.1.5 Instalación de Geodren Planar y Filtro

En el desencofre del muro la superficie de la pantalla se entrega limpia de alambre galvanizado y alambre negro para la posterior instalación de geodren planar que se hace por tiras verticales que caen sobre el filtro 15 cm, teniendo especial cuidado que este sobresalga y cubra totalmente el muro. Igualmente los contrafuertes deben quedar forrados por el geodren planar.

Figura 72 Construcción filtro.



Fuente. Autor

Figura 73 Detalle tubería PVC filtro.



Fuente. Autor

El filtro en los muros tipo 1 localizados en el lote 31 se realizó para un ancho igual a 1m por 0.20 cm de altura con triturado 1 ¼" (material de rechazo) y tubo PVC drenaje. Para estos muros se realizaron descoles al final del lote y en cada uno de los lloraderos inferiores.

Figura. 74 Instalación de geodren planar.



Fuente. Autor

En los muro tipo 2 se realizo el filtro sin el tubo PVC drenaje y de idénticas medidas que el muro tipo 1.

6.1.6 Relleno

El relleno de los muros del lote 31 se realizo con minicargador y vibrocompactador tipo “benitin” mientras que en los lotes 29 y 28 se realiza con vibrocompactador de 7 toneladas.

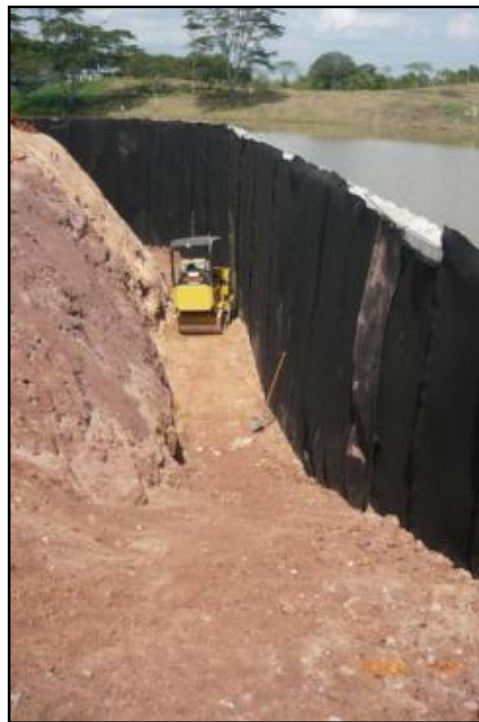
Para recibir el relleno se toman densidades con el densímetro eléctrico o el cono de arena y se acepta si el grado de compactación es mayor al 95% del Proctor Modificado. Todos los ensayos de PM se realizan en el laboratorio de la obra.

Figura. 75 Descole en tubería 2”.



Fuente. Autor

Figura. 76 Relleno en muro lote 31.



Fuente: Autor

6.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN.

En el momento de contemplar la realización de una estructura de contención existen variadas posibilidades que pueden otorgar la seguridad necesaria en cuanto estabilidad al vuelco, al deslizamiento y a capacidad de carga. Sin embargo, existen factores a nivel constructivo que restringen el rango de posibilidades. Estos factores entre otros son:

- ✓ **Ubicación de la estructura de contención.**

De acuerdo al lugar y la disponibilidad de espacio para su construcción dependerá el tipo de muro a realizar. Los muros de tierra armada y tipo criba necesitan de un amplio espacio para su construcción debido a que la base debe ser 0.8 y 0.6 veces la altura del muro, respectivamente.

Cuando el terreno en contacto del trasdós es de propiedad ajena no es posible la construcción del talón, lo cual limita las posibilidades.

✓ **Altura de la estructura.**

Cada estructura de contención posee un límite de altura hasta el cual es económica y constructivamente viable, es así que los muros en voladizo son recomendables hasta los 8 m. Para muros de mayor altura es frecuente la utilización de muros con contrafuertes.

Los muros de gravedad no deben ser mayores a 4 m. porque aparecen esfuerzos de flexión que no son resistidos por el ciclópeo o concreto y los gaviones no mayores a 8 m.

✓ **Disposición de los materiales.**

La decisión de realizar cierto tipo de muro de contención está ligada a la disponibilidad de materiales con que cuenta la obra.

Para la construcción de muros de gravedad y semi-gravedad son necesarias grandes cantidades de cantos de roca al igual que para los gaviones. Para los muros en tierra armada debe existir material apto para relleno que pueda compactarse al 95% del P.M.

✓ **Rendimiento de materiales y mano de obra.**

El rendimiento de materiales dependerá del tipo y dimensiones del muro a construir, esto incluye las obras de drenaje.

Los muros que cuentan con inclinaciones en su vástago suelen ser más difíciles de encofrar al igual que los muros con contrafuertes, y por ello la necesidad de mano de obra calificada.

Los gaviones, muros criba y de gravedad son de construcción sencilla, fácil y económica si hay piedra disponible.

✓ **Aspectos estéticos.**

Las estructuras de contención además cumplir con el fin para el cual fueron diseñados debe conservar una unidad con el paisaje de la zona y no llegar a distorsionarlo.

Por esto, es recomendable que el intradós de los muros posean una ligera inclinación para evitar la sensación visual de que el muro se encuentra desplomado.

En los muros en tierra armada generalmente se cubren con concreto y vegetación, aplicaciones que sirven además para evitar el deterioro del geotextil. En los muros se pueden ubicar los contrafuertes tanto en el intradós como en el trasdós y cumplir con igual función, sin embargo al hacerlo en el primero se genera ciertos inconvenientes estéticos.

6.3 DESCRIPCIÓN CANTIDAD DE MATERIAL SEGÚN DISEÑO.

La disponibilidad y cantidad de materiales necesarios para la construcción de un muro de contención es una de las claves para poder decidirse por un tipo de muro en especial, ya que esto se traduce directamente sobre el presupuesto y el rendimiento de los materiales y mano de obra.

Para la obra Náutica se contemplo la realización de los muros de contención según dos tipos de diseño. En la siguiente sección se revisara la cantidad de acero y concreto para cada uno de ellos.

6.3.1 Cantidades de Acero

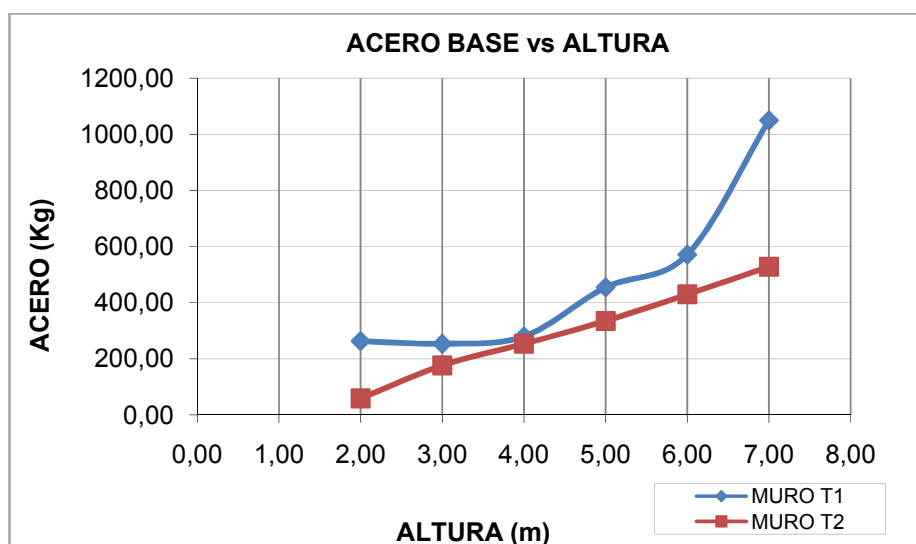
Se realizó el cálculo de la cantidad de acero consumido por cada uno de los muros (Muro T1 y Muro T2) según diseños llegados a obra. (Ver anexo 15)

H (m)	MURO T1			MURO T2		
	BASE	PANTALLA	TOTAL	BASE	PANTALLA	TOTAL
2,00	263,22	129,44	392,66	58,44	57,23	115,67
3,00	253,60	197,65	451,24	176,32	103,49	279,80
4,00	279,67	318,16	597,83	253,53	209,78	463,30
5,00	454,74	390,95	845,68	334,67	436,09	770,76
6,00	571,47	601,37	1172,83	429,69	579,72	1009,41
7,00	1049,75	788,02	1837,78	528,18	769,26	1297,44

* Valores por 3 m. lineales de muro de contención.

✓ Gráficas

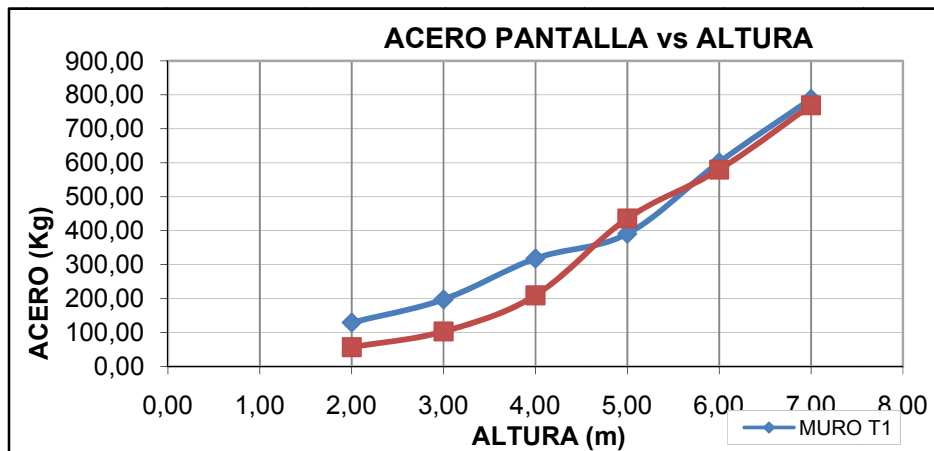
Figura. 77 Gráfica de Acero Base Vs Altura.



Fuente: Autor

La cantidad de acero del T1 es superior en todo momento al T2, siendo la menor diferencia de 20 Kg en el muro de 4.00 m y la mayor de 520 Kg.

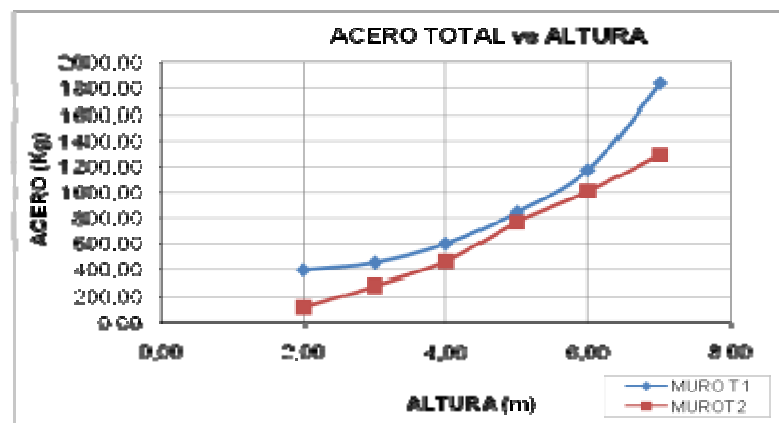
Figura. 78 Gráfica de Acero pantalla Vs Altura.



Fuente: Autor

Existe una diferencia de consumo de acero de más de 70 Kg a favor del muro T1 hasta el muro de 4.00 m. A partir de este punto los valores se hacen similares, y es importante resaltar que en el muro T2 los contrafuertes aparecen desde los 5.00 m y es razón para el aumento de acero.

Figura. 79 Gráfica de Acero Total Vs Altura.



Fuente: Autor

La cantidad de acero total es mayor en los muros T1 que en los muros T2 y en el cual se observa una tendencia lineal, y potencial en el primero.

6.3.2 Cantidades de Concreto.

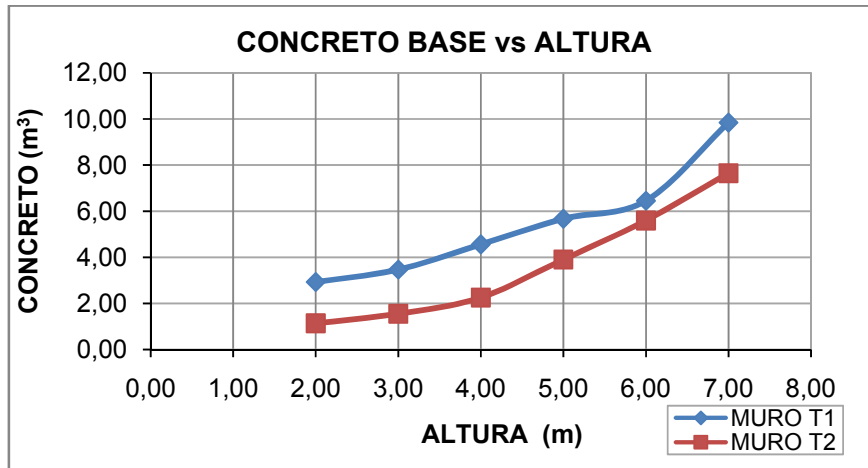
Se realizó el cálculo de la cantidad de concreto consumido por cada uno de los muros (Muro T1 y Muro T2) según diseños.

CONCRETO (m ³)*						
H (m)	MURO T1			MURO T2		
	BASE	PANTALLA	TOTAL	BASE	PANTALLA	TOTAL
2.00	2.93	1.50	4.43	1.13	1.50	2.63
3.00	3.47	2.70	6.17	1.55	2.48	4.02
4.00	4.56	3.60	8.16	2.25	3.60	5.85
5.00	5.67	4.88	10.55	3.90	4.90	8.80
6.00	6.45	7.20	13.65	5.60	6.43	12.03
7.00	9.84	9.45	19.29	7.65	8.15	15.80

* Valores por 3 m. lineales de muro de contención.

✓ Graficas

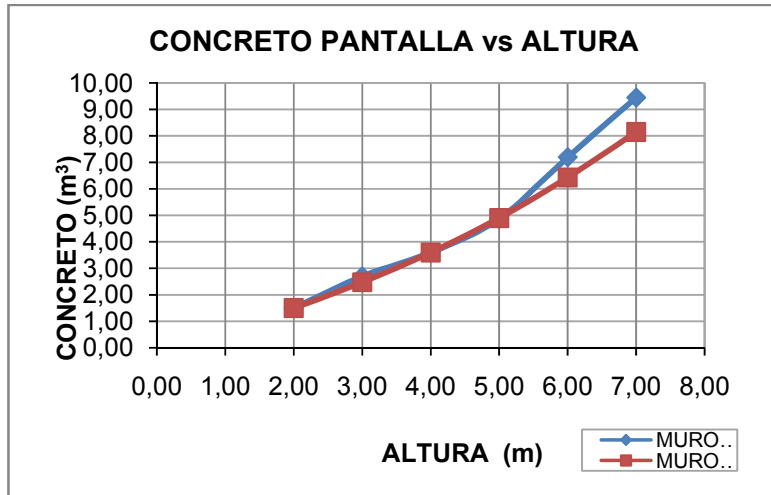
Figura. 80 Gráfica de Concreto Base Vs Altura.



Fuente: Autor

El muro T1 en general, consume 2m³ de concreto más que los muros T2 a excepción que el muro de 6.00 metros.

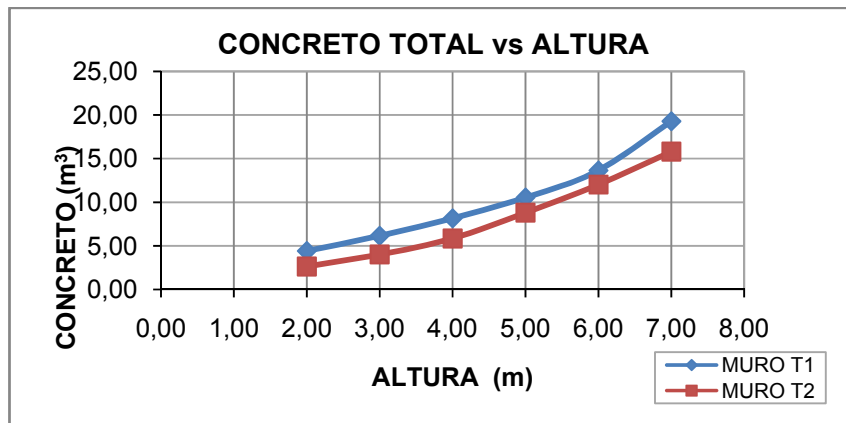
Figura. 81 Gráfica de Concreto Pantalla Vs Altura.



Fuente: Autor

La cantidad de concreto en pantalla de los tipos de muro es similar hasta los 5.00m donde el consumo de T1 tiende a ser más alto, aún cuando en el T2 comenzamos a ver los contrafuertes en muros de 5.00, 6.00 y 7.00 m.

Figura. 82 Gráfica de Concreto Total Vs Altura.



Fuente: Autor

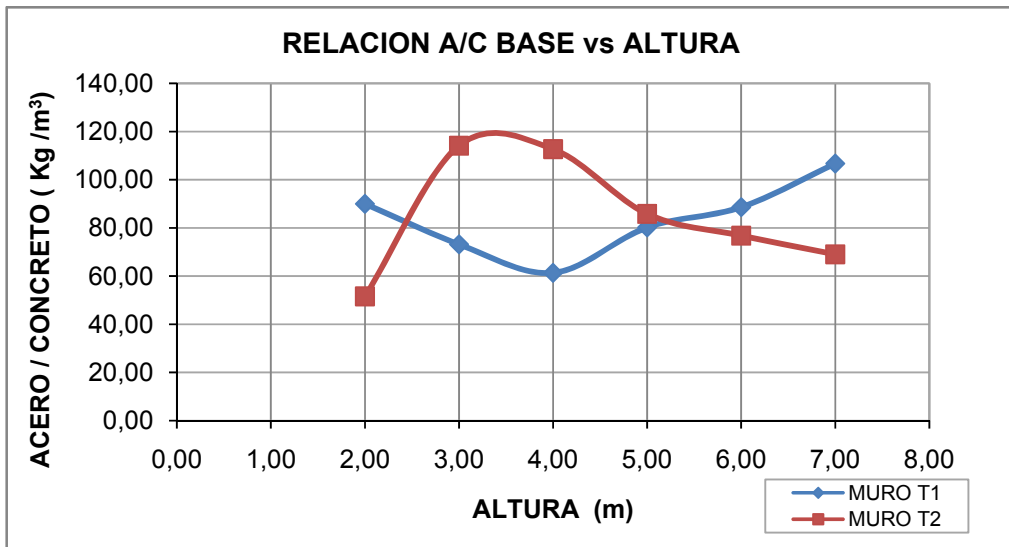
La cantidad de concreto consumido en total por los muros T1 es más alto (aprox. 2.00 m³) que el del muro T2. Para los muros de 7.00 m el volumen de concreto es mayor a 2.00 m³ y tiende a aumentar proporcional a la altura.

6.3.3 Relación Acero / Concreto.

RELACION ACERO / CONCRETO (Kg / m ³)*						
H (m)	MURO T1			MURO T2		
	BASE	PANTALLA	TOTAL	BASE	PANTALLA	TOTAL
2.00	89.99	86.29	88.74	51.60	38.15	43.94
3.00	73.19	73.20	73.19	114.12	41.81	69.60
4.00	61.33	88.38	73.26	112.68	58.27	79.20
5.00	80.20	80.19	80.20	85.81	88.97	87.57
6.00	88.60	83.52	85.92	76.80	90.12	83.93
7.00	106.68	83.39	95.27	69.04	94.36	82.10

* Valores por 3 m. lineales de muro de contención.

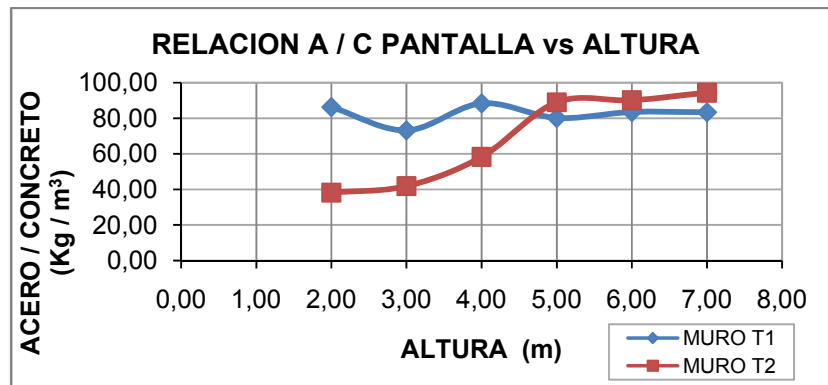
Figura. 83 Gráfica Relación (Acero/ Concreto) Base Vs Altura.



Fuente: Autor

Las tendencias que se conservan para cada uno de los tipos de muros difiere en gran medida; para el T1 la relación Acero / Concreto se reduce en los muros de 2.00 a 4.00 m y luego aumenta proporcional a la altura, mientras en el T2 se conserva un aumento hasta 4.40 m para descender en el tramo 5.00 a 7.00 m.

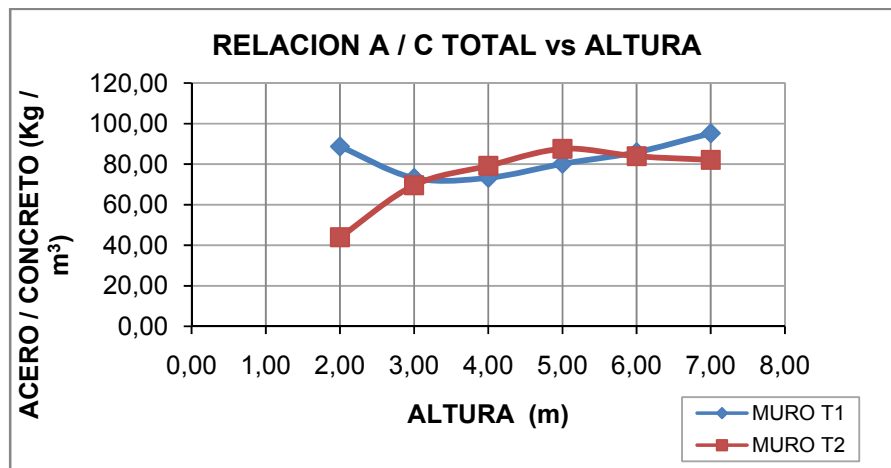
Figura. 84 Gráfica Relación (Acero/ Concreto) Pantalla Vs Altura.



Fuente: Autor

Para el muro T1 la relación de la pantalla tiende a 83 Kg / m³ y para el muro tipo T2 existe una gran variación hasta los 5.00 m donde la pendiente se reduce en gran medida, es decir, cuando se consideran contrafuertes.

Figura. 85 Gráfica Relación (Acero/ Concreto) Total Vs Altura.



Fuente: Autor

La relación total muestra un consumo Acero / Concreto más similar entre los muros; sin embargo se observa una tendencia a aumentar en el T1 mayor al T2.

6.4 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE MUROS SEGÚN DISEÑO

El cálculo de estabilidad a vuelco, a deslizamiento y capacidad de carga se realizara para los muros de diseño bajo las siguientes condiciones:

PROPIEDADES SUELO			
Angulo de fricción	ϕ (°)		30
Peso especifico	γ_s (Kn / m ³)		20
Cohesión	c (Kg / cm ²)		0
Capacidad de carga	σ_{ADM} (Kn / m ²)		300

- El ángulo de fricción muro-suelo se calculara como 2/3 del ángulo de fricción del suelo de relleno y no se supondrá sobrecarga.

CONCRETO REFORZADO			
Peso especifico	γ_c (Kn / m ³)		24
Angulo fricción muro	δ (°)	20	
		2/3 ϕ	(°)
SOBRECARGA			
	q (Kn / m ²)		0

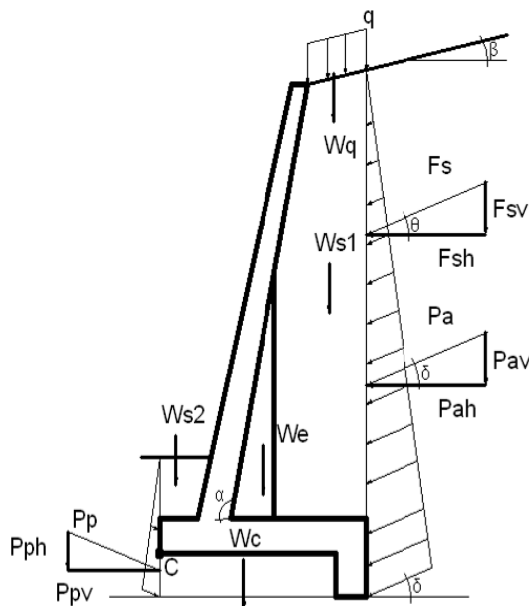
- Se tendrá en cuenta la fuerza sísmica y se supone la no existencia de relleno en el intradós.
- El relleno en el trasdós es horizontal. β (°) =0
- Se toma el ángulo de fricción base-suelo igual al ángulo de fricción muro-suelo. $\delta_b = \phi$

Para el estudio de estabilidad se programo en Excel una hoja de cálculo para cada uno de los tipos de muro de contención. El funcionamiento de esta se describirá con un ejemplo de un muro de contención tipo 2 de 5.00 m de altura.

6.4.1 Ejemplo de Cálculo en Muro de Contención Tipo 2 de 5.00m. (Ver Anexo 15)

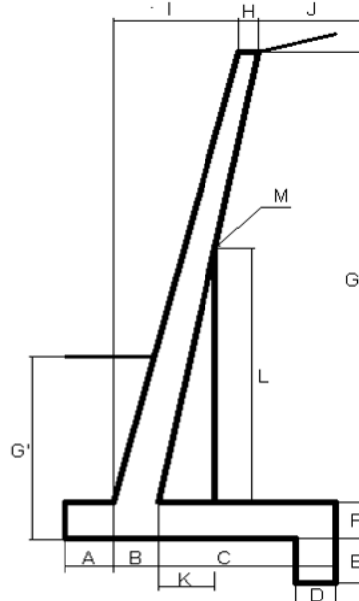
La siguiente es la geometría del muro de contención de 5.00 metros tipo 2.

Figura. 86 Esquemas de fuerzas Ejemplo.



Fuente: Autor

Figura. 87 Geometría muro Ejemplo.



Fuente: Autor

De acuerdo a la Fig. 87 se insertan los datos en la tabla de geometría.

GEOMETRIA

LONG. (m)	
A	0.50
B	0.45
C	1.80
D	0.40
E	0.50
F	0.40
G	5.00
H	0.20
I	1.27
J	0.78
K	0.21
L	1.00
M	0.25
N	3.00
G'	0.40

β (°)

α (°) 101.53

El cálculo de las presiones pasivas y activas se realiza de acuerdo a la teoría de Coulomb. Se debe tener en cuenta que la altura tomada para el cálculo de la presión pasiva es la altura del pie o puntal, sin embargo en la hoja de cálculo se puede ubicar otro valor.

PRESIÓN ACTIVA		PRESIÓN PASIVA	
Coeficiente de presión activa		Coeficiente de presión pasiva	
Ka	0.222	Kp	10.552
γ_{eq} (Kn / m³)	23.390	γ (Kn / m³)	20.000
Pa (Kn / m)	90.576	Pp (Kn / m)	85.468

El cálculo de la fuerza sísmica se hace de acuerdo a la teoría de Mononobe-Okabe. Para ello la hoja posee la alternativa de elegir el valor de Aa de acuerdo al Mapa suministrado por la NSR-98. (**Ver anexo 16**)

Se puede decidir el tener o no en cuenta a la misma.

TENER EN CUENTA ACCIÓN SÍSMICA ? **SI**

ACCIÓN SÍSMICA

Aceleración pico efectiva		Región	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>REGION</th> <th>Aa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.075</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.4</td></tr> </tbody> </table>		REGION	Aa	1	0.05	2	0.075	3	0.1	4	0.15	5	0.2	6	0.25	7	0.3	8	0.35	9	0.4
REGION	Aa																								
1	0.05																								
2	0.075																								
3	0.1																								
4	0.15																								
5	0.2																								
6	0.25																								
7	0.3																								
8	0.35																								
9	0.4																								
Aa=Ach/g	0.25	θ (°)	16.70																						
Acv/g	0.17																								
Ks	0.474																								
Acción sísmica		Factor de reduccion	7																						
ΔE_s (Kn / m)	115.034																								
Fs (Kn / m)	16.433																								

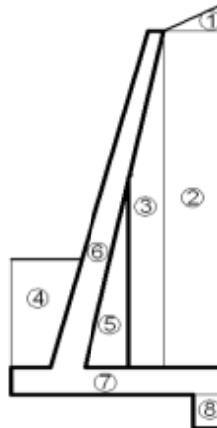
Se realiza el cálculo de las cargas de cada una de las secciones que se encuentran nominadas en la Figura. 88. Para los muros tipo 1 las cargas se encuentran por cada metro lineal de muro, sin embargo para los muros tipo 2 se encuentran cada N metros, siendo N la longitud entre ejes de contrafuerte.

FUERZAS Y MOMENTOS

N 3.00 (m)

		SECCION	AREA (m2)	PESO (Kn / m)	$X_i \text{ } \delta \text{ } Y_i$ (m)	Mi (Kn*m/m)
FUERZAS VERTICALES	Ws ₁	1	0.00	0.00	2.49	0.00
		2	3.90	234.00	2.36	552.24
		3	2.55	153.00	1.63	249.39
	Ws ₂	4	0.00	0.00	0.00	0.00
		5	0.03	0.63	1.09	0.69
	Wc	6	1.63	117.00	1.76	205.64
		7	1.10	79.20	1.38	108.90
		8	0.20	14.40	2.55	36.72
		Wq		23.40	2.36	55.22
		Pav		92.94	2.75	255.58
	Ppv		87.70	0.00	0.00	
	Fsv		14.17	2.75	38.96	
		TOTAL		816.43		1503.34
F. HIALES	Pah		255.34	1.47	374.50	
	Pph		240.94	0.00	0.00	
	Fsh		47.22	5.01	236.42	
	TOTAL		543.50		610.92	

Figura. 88 Geometría para cálculo de Fuerzas y Momentos.



Fuente: Autor

Para el chequeo de estabilidad se organizan las fuerzas en resistentes y actuantes.

FUERZAS RESISTENTES				
SECCION	AREA (m ²)	PESO (Kn / m)	Xi ò Yi (m)	Mi (Kn*m/m)
1	0.00	0.00	2.49	0.00
2	3.90	234.00	2.36	552.24
3	2.55	153.00	1.63	249.39
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.03	0.63	1.09	0.69
6	1.63	117.00	1.76	205.64
7	1.10	79.20	1.38	108.90
8	0.20	14.40	2.55	36.72
Wq		23.40	2.36	55.22
Pav		92.94	2.75	255.58
Ppv		87.70	0.00	0.00
Pph		240.94	0.00	0.00
Fsv		14.17	2.75	38.96
TOTAL	ΣF_V	1057.37	ΣM_R	1503.34

FUERZAS ACTUANTES				
SECCION	AREA (m ²)	PESO (Kn / m)	Xi ò Yi (m)	Mi (Kn*m/m)
Pah		85.11	1.87	158.88
Fsh		47.22	5.01	236.42
TOTAL		132.34	ΣM_A	395.30

Realización de los chequeos:

DESLIZAMIENTO

Angulo de fricción base-suelo δ_b (°)	30	$\delta_b = \varnothing$	<input type="text" value=""/>	(°)
Cohesión de base-suelo C_a (Kg / cm ²)	0	0.7 c	<input type="text" value=""/>	(Kg / cm ²)
		Fuerza resistente		
		Fr (Kn / m)	471.37	
		F.S.D. mín	1.25	<input type="text" value=""/>
		F.S.D	5.383	

Cumple

VUELCO

ΣM_R	1503.34 (Kn*m/m)	F.S.V. mín	1.5	<input type="text" value=""/>
ΣM_A	395.30 (Kn*m/m)			
		F.S.D	3.803	

Cumple

CIMENTACION

ΣM_R	1503.34 (Kn*m/m)	Posición resultante:		
ΣM_A	395.30 (Kn*m/m)	x (m)	1.36	
ΣF_V	816.43 (Kn/m)	e (m)	0.02	Cumple

σ_{PIE}	102.81 (Kn/m ²)	Cumple
$\sigma_{TALÓN}$	95.11 (Kn/m ²)	Cumple

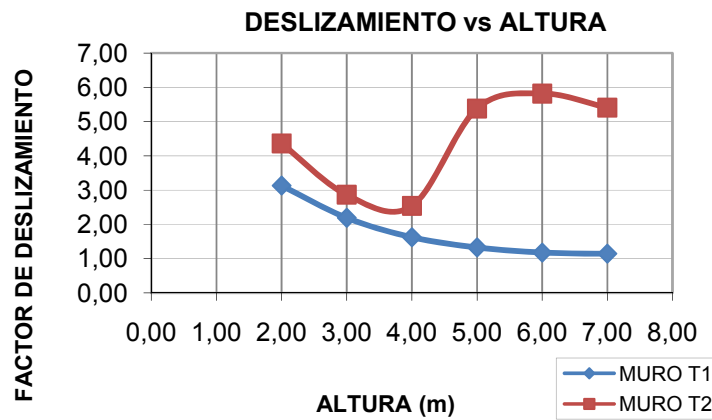
Cada uno de los chequeos tiene casillas de verificación para dar aviso del cumplimiento o no de las mismas. El no cumplimiento de uno de ellos hace necesario el replanteo de las dimensiones del muro a diseñar.

6.4.2 Resumen y Comparativo Muros de Contención Tipo 1 y Tipo 2

MURO T1				
H (m)	DESLIZAMIENTO	VUELCO	σ PIE (Kn/m ²)	σ TALON (Kn/m ²)
2.00	3.13	12.00	1.97	49.31
3.00	2.19	6.08	11.90	63.68
4.00	1.62	4.29	21.88	64.69
5.00	1.33	3.44	33.42	71.43
6.00	1.18	2.66	66.87	64.77
7.00	1.15	2.77	63.89	75.86

MURO T2				
H (m)	DESLIZAMIENTO	VUELCO	σ PIE (Kn/m ²)	σ TALON (Kn/m ²)
2.00	4.36	2.12	96.46	-7.17
3.00	2.87	2.35	99.84	14.63
4.00	2.54	2.20	139.00	12.93
5.00	5.38	3.80	102.81	95.11
6.00	5.82	3.72	137.31	98.40
7.00	5.41	3.74	136.80	119.25

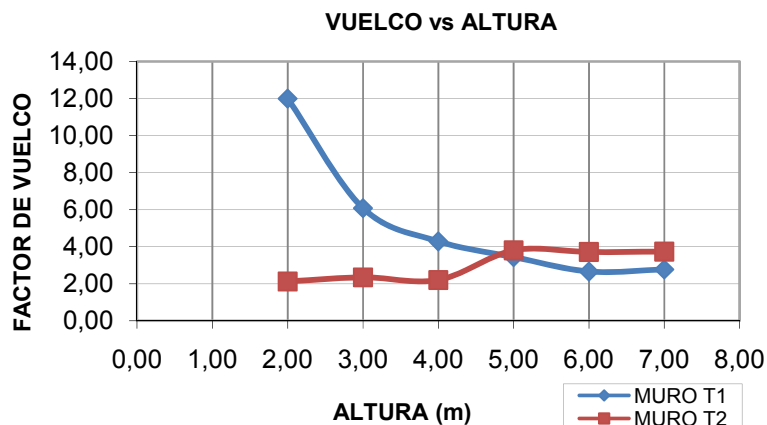
Figura. 89 Gráfica de Deslizamiento Vs Altura.



Fuente: Autor

El factor de deslizamiento tiene tendencia a disminuir a medida que aumenta la altura en los muros T1. En los muros T2 se encuentra igual un descenso a medida que aumenta la altura, pero aparecen en dos tramos. El primero es hasta los 4.00 metros y el segundo desde los 5.00 hasta los 7.00 metros. Es importante resaltar que el factor de deslizamiento proporcionado por el muro T2 es mucho mayor que el muro T1, en todas las alturas.

Figura. 90 Gráfica de Vuelco Vs Altura.

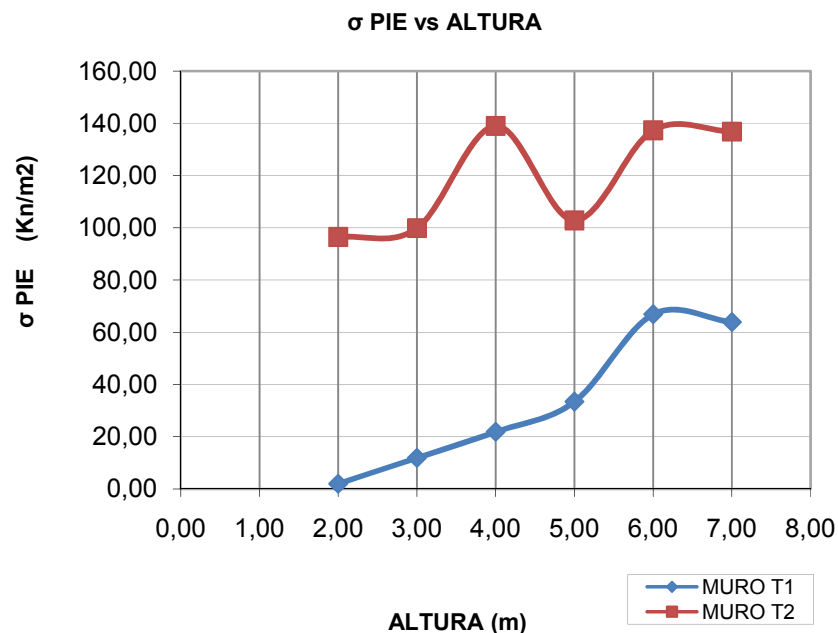


Fuente: Autor

Se nota una disminución en el F.S.V en los muros T1, a diferencia de los muros T2 que presenta unos valores similares hasta los 4.00 metros y una pequeña tendencia a aumentar a partir de este.

En los muros de 2.00, 3.00 y 4.00 metros el muro T1 presenta valores mayores pero se ve superado por el muro T2 en los 5.00, 6.00 y 7.00 metros.

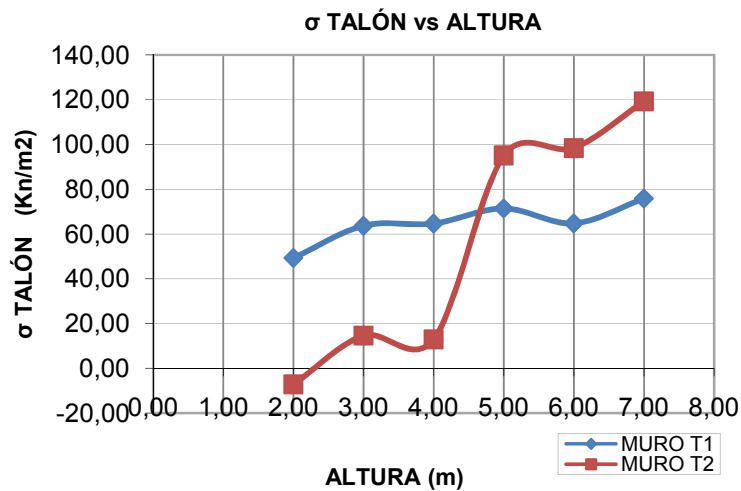
Figura. 91 Gráfica de σ Pie Vs Altura.



Fuente: Autor

Los esfuerzos ubicados en el pie de los muros T1 son bastante inferiores comparados con los muros T2. Aún así ninguno de los dos sobrepasa el esfuerzo admisible del suelo, que se utilizó como $300 \text{ Kn} / \text{m}^2$ para condiciones de cálculo,

Figura. 92 Gráfica de σ Talón Vs Altura.



Fuente: Autor

El esfuerzo en el talón no sobrepasa la capacidad admisible del suelo y es mayor en los muros T1 para el rango de 2.00 a 4.00 metros; mientras en el tramo de 5.00 a 7.00 metros el esfuerzo transmitido por el muro T2 es mayor. Sin embargo, es de anotar que existe un esfuerzo a tracción no recomendable en el muro de T2 de 2.00 metros de $7.17 \text{ Kn} / \text{m}^2$.

6.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LOS MUROS CONSTRUIDOS EN LOS LOTES 31, 28 Y 27.

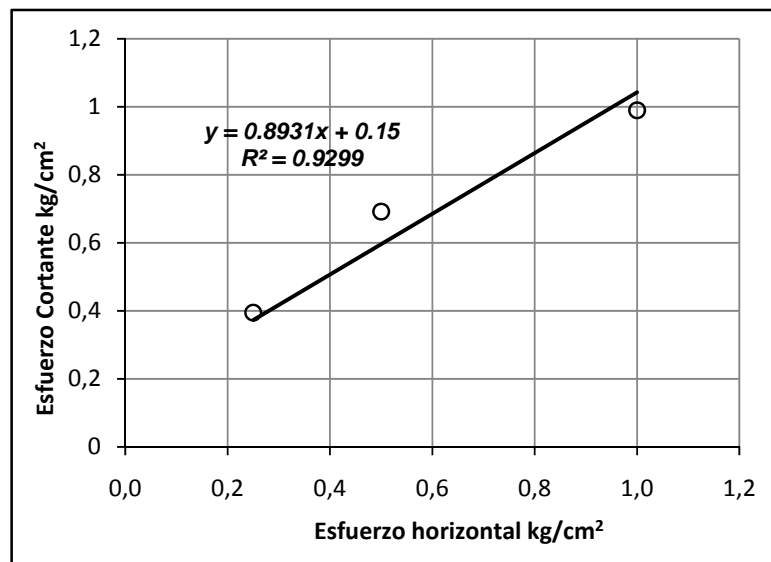
Entre los diseños y las fases constructivas de los muros de contención se presentan diferencias en cuanto al material de relleno contemplado en el primero y la posibilidad real desde el punto de vista de factibilidad de conseguir el material especificado, volumen necesario y economía para realizar la operación.

Es por ello que para el análisis de los muros de contención construidos en la obra se hizo necesaria la realización de ensayos de Proctor Modificado, densidad por medio del cono de arena y densímetro eléctrico, y corte directo para la caracterización del suelo de relleno. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de la obra.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo.

Muestra No	Humedad %	Area cm ²	Densidad Humeda g / cm ³	Densidad Seca g / cm ³	Esf. Normal kg / cm ²	Esf. Cortante Máx. kg / cm ²
1	15.22	30.91	2.26	1.96	0.25	0.395
2	9.17	30.91	2.00	2.00	0.50	0.692
3	11.03	30.91	2.08	2.08	1.00	0.990

Figura. 93 Gráfico resultado corte directo



Fuente: Autor

ϕ	41.8°
Cohesión	0.15 kg/cm ²

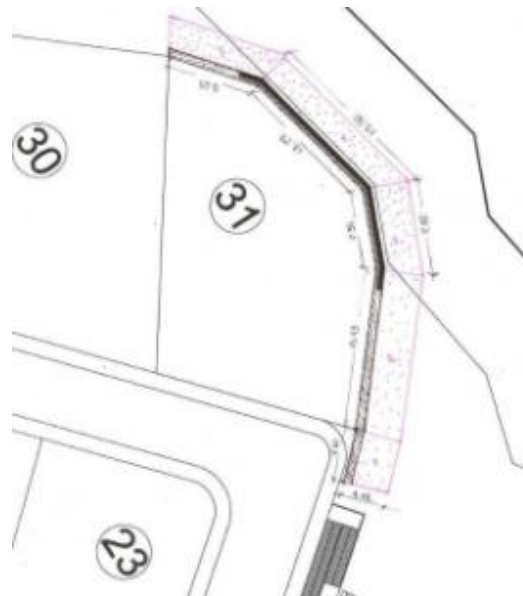
El cálculo de estabilidad se realizará bajo las siguientes condiciones:

- El relleno de los muros del lote 31 se supone horizontal debido al nivel en que se encuentran las respectivas terrazas de los lotes. (β (°) = 0).
- El ángulo de fricción muro-suelo es $\frac{1}{2}$ del ángulo de fricción interna del suelo. (δ (°) = $\frac{1}{2} \phi$).

- El peso específico del suelo de acuerdo a los ensayos de Proctor Modificado y de densidad con el Cono de Arena y el Densímetro Eléctrico. ($20.8 \text{ Kn} / \text{m}^3$).
- La capacidad de carga admisible del suelo de acuerdo al estudio de suelos realizado en la obra Náutica es de $40 \text{ Ton} / \text{m}^2$. ($400 \text{ Kn} / \text{m}^2$).
- Una sobrecarga de $1.0 \text{ Ton} / \text{m}^2$ debido a la construcción de casas y las vías de acceso. ($10 \text{ Kn} / \text{m}^2$).

6.5.1 Ubicación de los Tramos lote 31 de Muro de Contención a Analizar.

Figura. 94 Planta ubicación muros.



Fuente: Autor

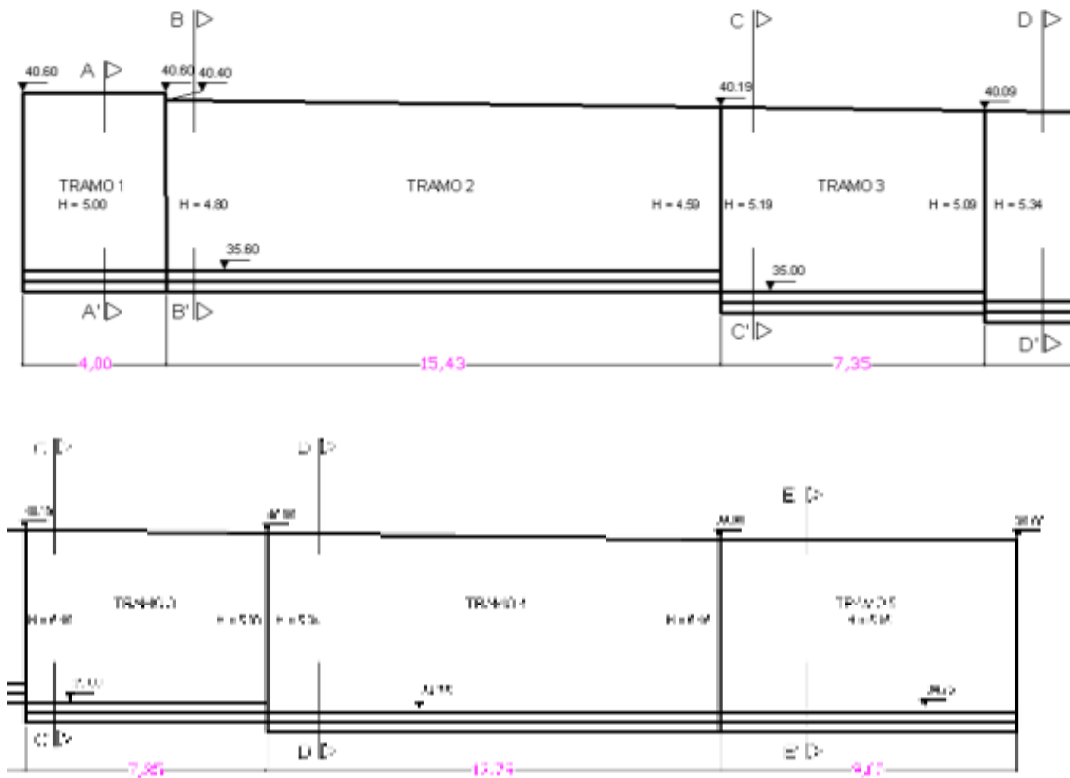
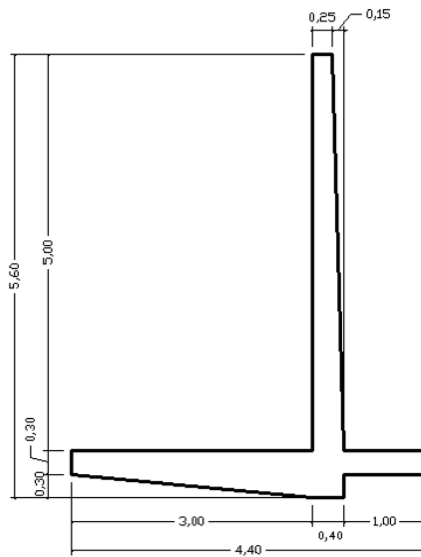
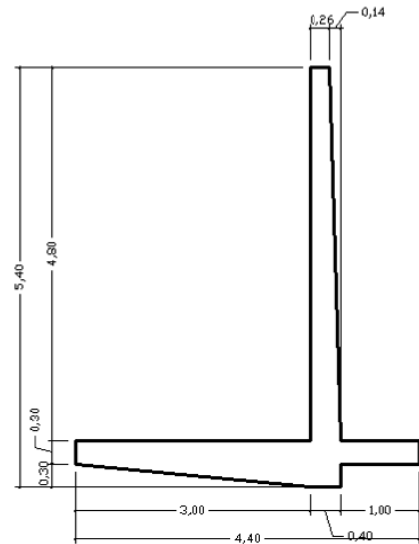


Figura. 95 CORTE A – A'

Figura. 96 CORTE B – B'

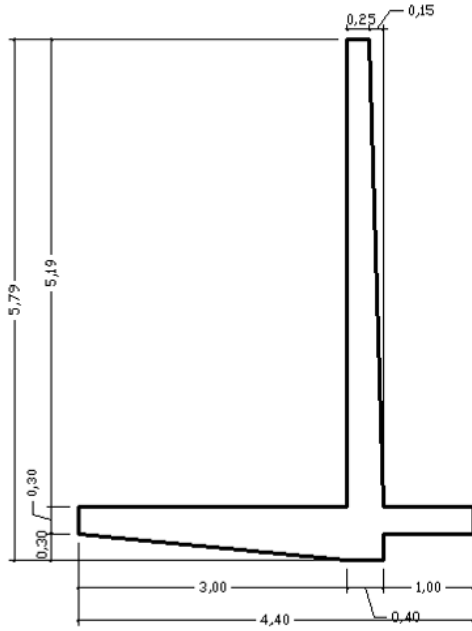


Fuente: Autor



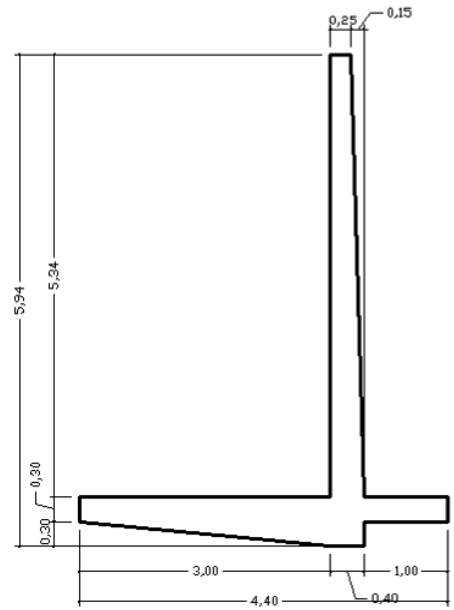
Fuente: Autor

Figura. 97 CORTE C – C'



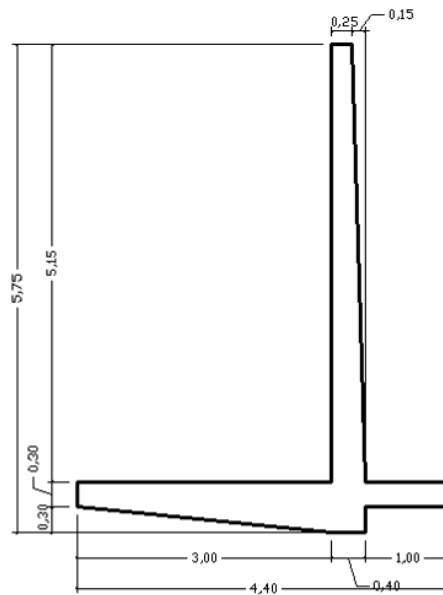
Fuente: Autor

Figura. 98 CORTE D – D'



Fuente: Autor

Figura- 99 CORTE E – E'



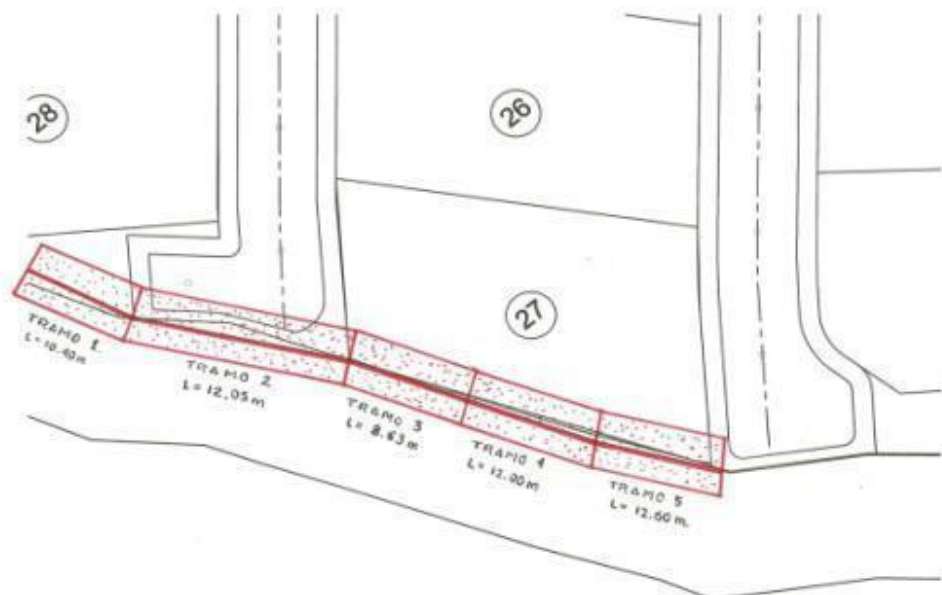
Fuente: Autor

El resumen del análisis de los diferentes tramos se presenta a continuación:

MUROS LOTE 31				
CORTE	DESLIZAMIENTO	VUELCO	σ PIE (Kn/m ²)	σ TALON (Kn/m ²)
A - A'	33.92	15.21	10.07	97.42
B - B'	46.58	17.99	9.28	95.06
C - C'	27.11	13.23	11.11	99.45
D - D'	23.33	11.96	12.09	100.91
E - E'	26.15	14.15	9.19	103.83

6.5.2 Ubicación de los Tramos lote 27 y 28 de Muro de Contención a Analizar.

Figura. 100 Planta ubicación muros lotes 28 y 27



Fuente: Autor

Sección muros

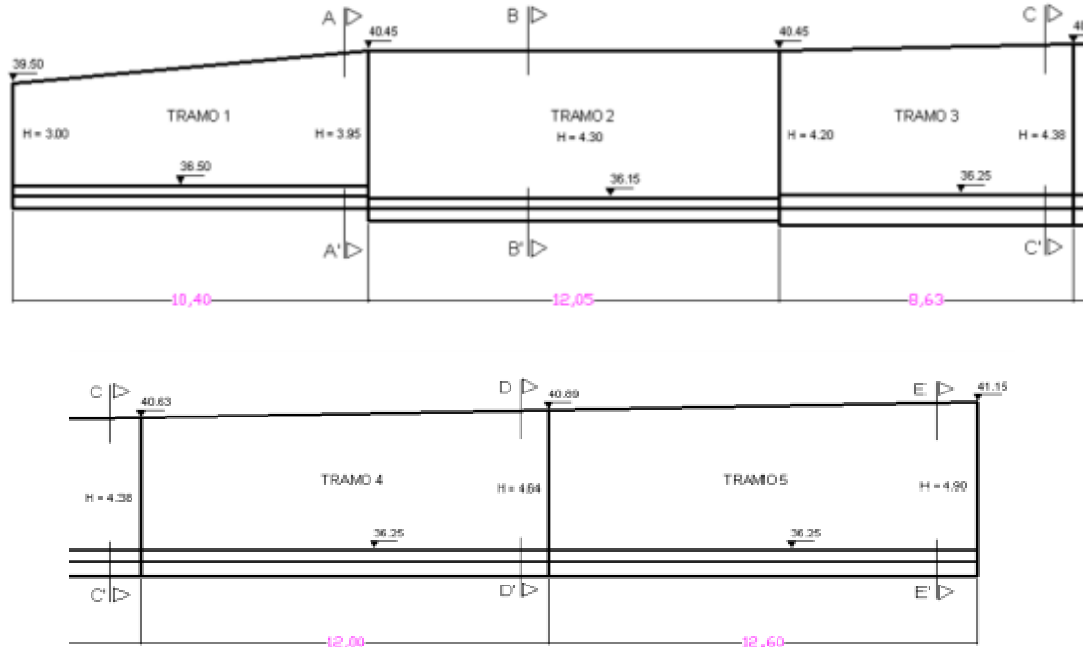
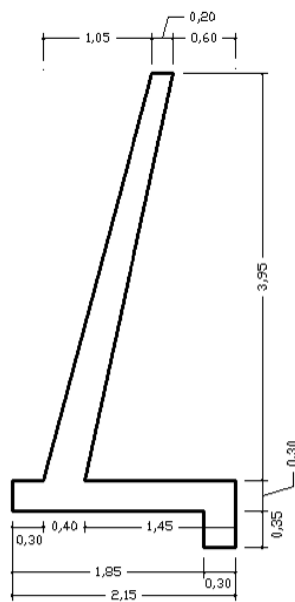
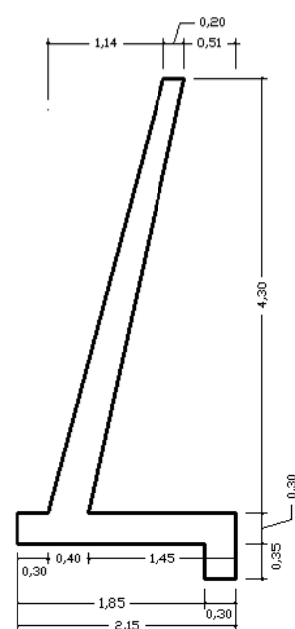


Figura. 101 CORTE A – A'



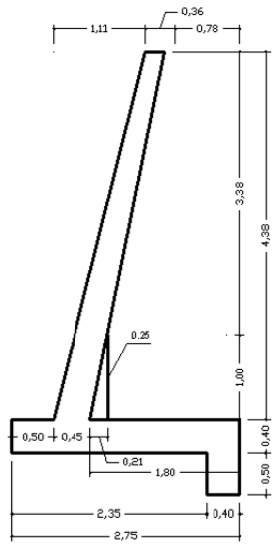
Fuente: Autor

Figura. 102 CORTE B – B'



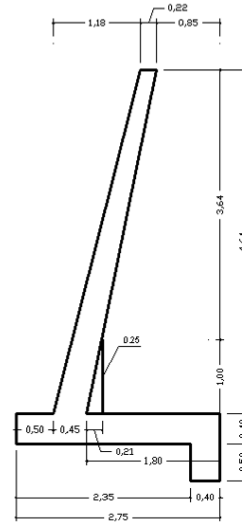
Fuente: Autor

Figura. 103 CORTE C – C'



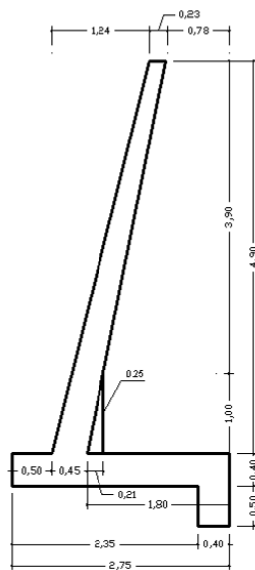
Fuente: Autor

Figura-104 CORTE D – D'



Fuente: Autor

Figura. 105 CORTE E – E'



Fuente: Autor

Los contrafuertes en los cortes C-C', D-D' y E-E' se encuentran distanciados 2.79, 3.00 y 3.10 metros entre ejes, respectivamente.

Los resultados del análisis de estabilidad se resumen en la siguiente tabla:

MURO LOTES 28 Y 27				
CORTE	DESLIZAMIENTO	VUELCO	σ PIE (Kn/m²)	σ TALON (Kn/m²)
A - A'	58.31	152.82	198.69	27.88
B - B'	66.51	31.95	176.84	44.36
C - C'	276.98	14.33	260.06	7.79
D - D'	170.34	11.39	273.52	3.60
E - E'	157.47	9.96	329.71	-20.16

Al realizar el análisis de los cortes de los muros se presenta una presión activa negativa en todos ellos (15 Kn/m aprox.), y una presión pasiva muy alta (400 Kn/m aprox.), esto debido a las características del suelo que posee un ángulo de fricción alta y cohesión. Sin embargo los muros cumplen con los chequeos de estabilidad al deslizamiento y al vuelco.

7. CONCLUSIONES

- La práctica como Auxiliar de Calidad en las obras de Ruitoque Condominio es una gran experiencia y representa una oportunidad para colocar en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil.
- La cantidad de material tomado como acero y concreto es mayor en los muros tipo 1 en comparación con los muros tipo 2 y se ve reflejado en mayor medida a partir de los 5.00 metros de altura; sin embargo, se destaca que los muros tipo 1 poseen concreto 3000 psi. $\frac{3}{4}$ " y los muros tipo 2 concreto 3500 psi $\frac{3}{8}$ ".
- Los factores de estabilidad al deslizamiento y al vuelco arrojados por los muros tipo 2 son más altos que los muros tipo 1, exceptuando el factor a vuelco de los muros de 2.00, 3.00 y 4.00 metros.
- Los muros tipo 2 exigen una mano de obra más calificada debido a la sección geométrica que maneja inclinaciones tanto en el trasdós como en el intradós y la existencia de contrafuertes.
- La inclusión del espolón o llave aporta un aumento de la presión pasiva y por consiguiente un mayor factor de seguridad al deslizamiento.
- Los muros tipo 2 son más ventajosos desde el punto de vista de cantidad de materiales (acero y concreto), seguridad al deslizamiento y vuelco, y estética gracias a la inclinación; sin embargo presentan una condición: mano de obra más calificada.

- Los muros de contención construidos en la obra Náutica presentan altos valores de estabilidad, y en mayor medida en la seguridad al deslizamiento de los muros tipo 2, es decir, se puede disminuir la sección del espolón o llave.
- Los muros construidos en los Lotes 31, 28 y 27 cumplen eficientemente los chequeos de estabilidad al deslizamiento y al vuelco.
- No se dio cumplimiento al objetivo del análisis comparativo de los rendimientos de mano de obra de los muros de contención debido a la imposibilidad de obtener datos de los muros tipo I construidos únicamente en el lote 31.

BIBLIOGRAFIA

- BOWLES, Joseph E. Foundation Analysis and Design. New York: McGraw-Hill, 1988. 1004p.
- EUCLID – TOXEMENT “Hoja técnica Vulkem 116: Sellante impermeable de alto desempeño y secado normal”. Internet:
(http://www.toxement.com.co/pdf_final/Vulkem%20116.pdf).
- 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.
- Normas Colombianas de Construcciones Sismo resistentes, NSR-98 Título C: Concreto estructural. Santa Fe de Bogotá, 1998.
- Plan de calidad Obras Urbanismo La Pradera, Náutica y Aldea Comercial NTC – ISO 9001: 2000.

- PAVCO S.A. “Manual técnico: Tubo sistemas Biaxial PVC biorientado dúctil “. Internet: (http://www.pavco.com.co/files/data/20081216135146_s.pdf)
- PAVCO S.A. “Manual técnico: Tubo sistemas para alcantarillado Novafort Novaloc“. Internet: (http://www.pavco.com.co/files/data/20080903111612_s.pdf)
- PAVCO S.A. “Geosintéticos PAVCO: Geotextiles Tejidos“. Internet: (http://www.pavco.com.co/files/data/2008061992909_s.pdf)
- PAVCO S.A. “Geosintéticos PAVCO: Geodrén Planar con tubería de drenaje“. Internet: (http://www.pavco.com.co/files/data/2008061993430_s.pdf)
- PAVCO S.A. “Manual técnico: Tubo sistemas para la conducción de gas“. Internet: (http://www.pavco.com.co/files/data/20080903112325_s.pdf)
- ROCHEL AWAD, Roberto. Hormigón Reforzado Segunda Parte. Medellín: Digital Express, 1999. 235p.
- SIKA COLOMBIA S.A. “Hoja técnica Antisol Blanco: Curador para concreto y mortero en ambiente normal“. Internet: (http://www.sika.com.co/co-ht_Antisol_Blanco.pdf).
- SIKA COLOMBIA S.A. “Hoja técnica SikaRod: Fondo de junta“. Internet: (http://www.sika.com.co/co-ht_SikaRod.pdf).
- SUAREZ DIAZ, Jaime. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 1998. 548p.

ANEXOS

ANEXO 1 PLAN DE CALIDAD

ELABORÓ PLAN DE CALIDAD:	FECHA:
APROBÓ PLAN DE CALIDAD:	FECHA:

PLAN DE ACTUALIZACIONES

Fecha	Versión	Modificaciones

1. ALCANCE DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:
Fecha de Inicio del proyecto:
Descripción _____ del Objeto: URBANISMO: _____ CONSTRUCCIÓN: _____
Ubicación del Proyecto:
Estrato Objetivo:

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO				
TIPO DE CONSTRUCCIÓN				
Mampostería Estructural		Sistema Tradicional		Sistema Túnel
Otros (Especifique)				

NÚMERO DE APARTAMENTOS				
Tipo A		Tipo B		Tipo Dúplex
Descripción de los apartamentos:				

NÚMERO DE CASAS				
Tipo A		Tipo B		Reforma
Descripción de las casas:				
Número de Lotes:				
Descripción de los lotes:				

Descripción Obras de Urbanismo Interno:
Descripción Obras de Urbanismo Externo:

FECHAS DE ENTREGA				
Fecha de Entrega Total del Proyecto:				
ENTREGAS PARCIALES				
Unidad/Bloque 1:	Unidad/Bloque 2:			
Unidad/Bloque 3:	Unidad/Bloque 4:			
Unidad/Bloque 5:	Unidad/Bloque 6:			
Unidad/Bloque N:				
CUADRO DE REQUISITOS MINIMOS				
Requisito	Elaboró	Fecha	Versión	Teléfono
1. Estudio de Suelos				
2. Licencia de Construcción				
3. Documento de Seguimiento y Control Ambiental				
4. Diseño Estructural				

Requisito	Elaboró	Fecha	Versión	Teléfono
5. Diseño Urbanístico y Arquitectónico				
6. Diseño Eléctrico				
7. Diseño Hidráulico y Sanitario				
8. Presupuesto de Obra				
9. Programa de Trabajo				
10. Especificaciones ofrecidas				
11. Centro de Costo				
12. Asignación de Almacén				

2. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO.

A continuación se identifican los cargos establecidos para la ejecución del proyecto:

Rol	Nombre	Responsabilidades específicas en el Proyecto
Director de Construcciones		
Director de Obra		
Profesional Residente		
Electricista Residente		
Administrador de Obra		
Supervisor de Obra		
Ingeniero Auxiliar de Obra		
Almacenista		
Auxiliar almacenista		
Interventor		

3. PRODUCTOS A ENTREGAR Y CONTROL DE CALIDAD E INTERVENTORIA

Adjunto se encuentran los registros de actividades a desarrollar dentro del proyecto y la programación de control de calidad de cada actividad.

Adicionalmente se han establecido las siguientes actividades de control:

Actividades Básicas de Control

Para cada producto a desarrollar y las actividades definidas en este, se establece el mecanismo de control de calidad que es realizado por los funcionarios de Urbanas. URBANAS ha determinado Formatos de control para cada una de las actividades críticas.

Reuniones del Comité de Gerencia

Reunión	Comité de Gerencia
Objetivos	(a) Autorizar la iniciación del proyecto (b) Seguimiento al progreso del proyecto en lo que respecta al plan. (c) Confirmar la terminación del proyecto.
Frecuencia	(a) Antes de la iniciación del proyecto. (b) Según la necesidad. (c) Al concluir el proyecto.
Asistencia	Gerente, SAFI, DPLA, DICO, DIVE, INTE
Documentación	Formato Compromisos Comité de Gerencia
Distribuir a	Acta Original SAFI

Reuniones del Comité de Obra

Reunión	Comité de Obra
Objetivos	(a) Revisar el avance del proyecto a nivel de actividades. (b) Revisar y ajustar los diseños técnicos y arquitectónicos. (c) Planear y controlar las actividades a ejecutar. (d) Análisis de los productos no conformes presentados en la obra
Frecuencia	Semanalmente.
Asistencia	DICO, INTE, DIRO/ RESI e invitados y DPLA cuando se requiera el numeral b.
Documentación	Acta de Reunión de Obra.
Distribuir a	SAFI

Reuniones del Comité Intermedio de programación y control de Costos

Reunión	Comité intermedio de programación y control de Costos
Objetivos	(a) Revisar el avance de la programación y la acciones a tomar (b) Firma de pedidos (c) Información de costos por parte de REIN a la obra
Frecuencia	mensual
Asistencia	DICO, INTE, DIRO/ RESI, personal de la obra y el programador de la obra
Documentación	Acta de Reunión de Obra.
Distribuir a	DICO

Reportes.

Se enuncian los reportes oficiales que serán presentados en el desarrollo del proyecto:

Reporte	Informe de Avance de Obra
Objetivos	(a) Controlar el despliegue de las actividades del proyecto, para confirmar el programa propuesto o para aplicar acciones adecuadas encaminadas a corregir los retrasos. B) Reportar semanalmente en el comité de obra el estado de la programación según el informe presentado por INTE o por el ingeniero outsourcing de control de programación de obra.

Frecuencia	Semanal
Responsable	DIRO/RESI
Distribuir a	Original Archivo de Obra, DICO
Documento base	Programación de obra, surtrake o project.

Reporte	Informe de Costos
Objetivos	a) Controlar los costos del proyecto para lograr la utilidad esperada.
Frecuencia	Mensual.
Responsable	INTE
Distribuir a	Comité de Gerencia
Documento base	Presupuesto de Obra

4.PROGRAMAS DE TRABAJO

Se anexa Programa de Trabajo.

5.PRESUPUESTO DE OBRA

Se anexa Presupuesto de Obra

6.PROCESO PARA APROBAR CAMBIOS

En este ítem se identifica y establece el procedimiento que debe ser seguido para efectuar un cambio durante el proyecto.

Los cambios a los que se refiere este numeral son: Cambios en las especificaciones de los productos ó el alcance del proyecto, plan de actividades o procesos de control de calidad del proyecto.

El procedimiento establecido es el siguiente:

Actividades	Responsable	Documentos
1. Identificar la necesidad de cambio la cual se puede presentar en: Presupuesto de Obra, Diseños de Ingeniería (técnicos) y arquitectónicos, Programa de Trabajo o Plan de Calidad del Proyecto.	Funcionario de URBA	
2. Comunicar cambios en el Presupuesto de Obra a COGE que tengan un gran impacto en: <ul style="list-style-type: none"> • La utilidad esperada • Desviaciones importantes de presupuesto 	INTE	Presupuesto dinámico, enfoque gerencial
3. Cuando se presentan cambios en los Diseños de Ingeniería y Arquitectónicos se comunica a DPLA.	DICO, DIRO O RESI	

Actividades	Responsable	Documentos
4. Definir y aprobar la acción a seguir en reunión del comité de obra.	DPLA	Diseños de Ingeniería y Arquitectónicos.
5. Para cambios en el Programa de Trabajo se reúne el comité de obra con el programador outsourcing y define las acciones a seguir.	DICO	Acta de Comité de Obra, Programa de Trabajo
6. Para los casos anteriores comunicar oficialmente al Director de Obra o Profesional residente los cambios aprobados.	DICO	
7. Actualizar la documentación y registros afectados y comunicar a las partes involucradas en el cambio.	DIRO/RESI	Documentos y Registros afectados, Listado Maestro del Proyecto.

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

ANEXO 2. PLAN DE CALIDAD CTR-FO-04 A1

PROYECTO: _____ ELABORÓ: _____

FECHA: _____ APROBÓ: _____

No.	Proceso/Actividad	Especificaciones	Control de Calidad	Documentos Referenciados	Registro	Obser.
1. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACION						
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN						
1,1	Revisión y Ajustes					
1,2	Localización Topográfica					
1,3	Actividades Preliminares					
1,4	Adecuación de Terrenos y/o movimiento de tierras					
1,5	Excavaciones					
1,6	Cimentación					
1,7	Desagües					
1,8	Estructura Placas					
1,9	Estructura de Columnas					
110	Estructura de Vigas					

No.	Proceso/Actividad	Especificaciones	Control de Calidad	Documentos Referenciados	Registro	Obser.
1,11	Mampostería					
1,12	Mampostería estructural					
1,13	Instalaciones eléctricas					
1,14	Instalaciones Hidrosanitarias y Gas					
1,15	Frisos					
1,16	Cubierta					
1,17	Pisos					
1,18	Enchapes					
1,19	Carpintería de Madera					
120	Carpintería Metálica y Aluminio					
1,21	Equipos especiales					
1,22	Estuco y Pintura					
1,23	Varios y remates					

ACTIVIDADES DE URBANISMO						
No.	Proceso/Actividad	Especificaciones	Control de Calidad	Documentos Referenciados	Registro	Obser.
2,1	Movimiento de Tierras					
2,2	Alcantarillado					
2,3	Acueducto					
2,4	Redes Eléctricas					
2,5	Redes de gas					
2,6	Parques y zonas verdes					
2,7	Equipamiento comunal					
2,8	Vías					
2,9	Impermeabilización Muros de Contención					

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

ANEXO. 3

PLAN DE CALIDAD PROGRAMA CONTROL DE CALIDAD DE OBRA (Pruebas, ensayos) CTR-FO-04 A2

PROYECTO: _____

ELABORÓ: _____

FECHA: _____

APROBÓ: _____

No	Actividad	Controles de Calidad	Frec.	Ubic.	Labot.	Total de pruebas o controles programados
1	Localización Topográfica	Verificar registros de mantenimiento preventivo de los equipos a utilizar.				
		Verificar el estado de ajuste de la mira, teodolito y nivel.				
2	Adecuación de Terrenos y/o movimiento de tierras	Ensayos sobre densidades de rellenos en tierra.				
3	Excavaciones	Visto Bueno del Ingeniero de Suelos				

4	Cimentación	Resistencia a la compresión del concreto				
		Hierro: Verificar registro de pruebas del proveedor, exigidas por la NSR (Ver manual de materiales) Resistencia a la tracción del Hierro				
5	Desagües	Prueba de Estanqueidad				
6	Estructura Túnel	Resistencia a la compresión del concreto				
		Mallas: Verificar registros de pruebas del proveedor. Resistencia a la tracción de mallas				
7	Estructura de Columnas	Resistencia a la compresión del concreto				
		Hierro: Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NSR (Ver manual de materiales) Resistencia a la tracción de Hierro				
8	Estructura de Vigas y Placas	Resistencia a la compresión del concreto Hierro:Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NSR(Ver manual de materiales) Resistencia a la tracción del Hierro.				

No	Actividad	Controles de Calidad	Frec.	Ubic	Labot.	Total de pruebas o controles programados
9	Mampostería	Resistencia a la compresión en Mortero de Pega				
		Resistencia a la compresión en Unidades de Mampostería				
10	Mampostería Estructural	Resistencia a la compresión en Mortero de Pega. Resistencia a la compresión en Mortero de Relleno. Resistencia a la compresión en Unidades de Mampostería. Resistencia a la compresión en Muretes				

11	Instalaciones Eléctricas	EXTERNAS:			
		Transformador de distribución: Medir continuidad en espiral de baja y alta tensión. Medir ohmios a tabs en los devanados de alta y baja tensión.			
		Tierras: Verificar tierras de los límites de acuerdo a las normas de la ESSA (8 Ohmios para subestaciones).			
		INTERNAS:			
		Instalación de aparatos (Tomacorrientes, Plafones, Interruptores)			
	Redes Energizadas				
	Instalaciones Hidrosanitarias	Prueba Hidrostática de Presión.			

No	Actividad	Controles de Calidad	Frec.	Ubic.	Labot.	Total de pruebas
						o controles programados
ACTIVIDADES DE URBANISMO						
1	Movimiento de Tierras	Ensayos sobre densidades de rellenos en tierra				
2	Alcantarillado	Prueba de Estanqueidad				
3	Acueducto	Prueba Hidrostática de Presión				
4	Redes de externas de gas	Ensayo Hermeticidad				
5	V I A S	Concreto	Resistencia a la Compresión. Resistencia al módulo de Rotura.			
		Asfalto	Ensayo Marshall (Estabilidad, Flujo, Densidad) Extracción de Asfalto Granulometría por Mallas Control de temperatura			

INSTALACIONES ELECTRICAS						
Externas						
1	Transformador de Distribución	Medir continuidad en espiral de baja y alta tensión. Medir Ohmios a tabs en los devanados de alta y baja tensión				
2	Tierras	Verificar tierras de los límites de acuerdo a las normas de la ESSA (8 Ohmios para subestaciones)				
Internas						
3	Instalación de aparatos (Tomacorrientes, Plafones, Interruptores)	Toma de Voltaje				
4	Redes Energizadas	Toma de voltaje para verificar regulación				

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

**ANEXO. 4
VERIFICACION Y AJUSTE DE APARATOS TOPOGRAFICOS. CTR-FO-71**

OBRA		FECHA		EQUIPO																											
ACTIVIDAD		TEODOLITO		ESTACION		TRANSITO																									
CONTRATISTA		MARCA		PRECISION		APROXIMACION																									
CARTERA				PLANO																											
<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																												OBSERVACIONES			
CALCULOS NIVEL ERROR 1 = (Diferencia A,B) - (Diferencia A´B´) = ERROR 2 = (DiferenciaB,C) - (Diferencia B´,C´) = ERROR 2 = (DiferenciaC,D) - (Diferencia C´,D´) = ERROR PERMISIBLE=																															
CALCULOS TEODOLITO ANGULO DE CIERRE (LECTURA PUNTO 4): ERROR ANGULAR = Lectura punto 4 – 90° = ERROR ANGULAR PERMISIBLE = a * n ^{1/2} = DISTANCIA ENTRE PUNTO 4 Y PUNTO 1= ERROR EN DISTANCIA = Distancia entre punto 4 y punto 1 – 10 mt = ERROR EN DISTANCIA PERMISIBLE= 1 cm.																															

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

ANEXO 6
REPORTE DENSIDADES DE CAMPO CTR-FO-16

OBRA: _____ UBICACIÓN: _____ EQUIPO: _____
 CONTRATISTA: _____ ALTURA DE RELLENO: _____
 RESIDENTE: _____ ESPESOR DE CAPA: _____ # DE CAPAS: _____

					OBTENIDO									
FECH A	LOCALIZACIO N	CAPA #	COT A	Profund .	Dens . Hum.	Dens. Seca	% Humed .	% Compac .	Mod.Suel .	Dens.Max .	Hum.Opti .	Especif .	Repetició n	Fecha Rep

RESI

LABO

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

ANEXO 8

LISTADO DE VERIFICACION DE FLEXOMETRO CTR-FO-30

Proyecto: _____ Hoja _____

No	FECHA	RESPONSABLE	CARGO	MARCA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

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

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

ANEXO 12
FORMATOS CONCRETO CTR-FO-15

OBRA: _____.

CASA

APT.

URBANISMO

PROVEEDOR: _____.

ELABORO: _____.

FIRMA: _____.

TOMA DE CILINDROS											RESISTENCIA																	
Muestra	Ubicación	Elemento	Cilindro	Fecha			Tipo		Asent. (slump)	RESIS. ESP 28 DIAS (Psi)	Fecha de Ensayo					%	3 Dias	%	7 Dias	%	14 Dias	%	28 Dias	%	56 Prom 28	Obs.	ACCION TOMADA ***	Vo Bo DIRO o RESI
				d	m	a	C	V			3	7	14	28	56													

Nota 1:	C: Cilindro V: Viga	Nota 2:	1 Psi=6.89 Kpa	Nota 3: Método de curado en pila	Nota 4: - Ningún resultado de los ensayos puede tener una resistencia inferior a 3.5 Mpa del valor nominal especificado (NSR PG 194-195) ***OPCIONES: 1. Notificar al diseñador y proveedor de concretos 2.Revisión del diseñador estructural de elementos implicados 3.Reforzamiento de estructura 4.AP. (Curar-Demoler) 5. Pruebas de esclerometría 6.Pruebas de Ultrasonido 7. Toma de núcleos 8. Se Levanta PNC #... 9. PC (producto conforme)
---------	----------------------------	---------	----------------	----------------------------------	--

Fuente: Plan Calidad Obras Ruitoque.

ANEXO 13
ANGULO DE FRICCIÓN MURO - SUELO.

Interface materials	Friction angle, δ , degrees [†]
Mass concrete or masonry on the following:	
Clean sound rock	35
Clean gravel, gravel-sand mixtures, coarse sand	29-31
Clean fine to medium sand, silty medium to coarse sand, silty or clayey gravel	24-29
Clean fine sand, silty or clayey fine to medium sand	19-24
Fine sandy silt, nonplastic silt	17-19
Very stiff and hard residual or preconsolidated clay	22-26
Medium stiff and stiff clay and silty clay	17-19
Steel sheet piles against:	
Clean gravel, gravel-sand mixture, well-graded rock fill with spalls	22
Clean sand, silty sand-gravel mixture, single-size hard-rock fill	17
Silty sand, gravel or sand mixed with silt or clay	14
Fine sandy silt, nonplastic silt	11
Formed concrete or concrete sheetpiling against:	
Clean gravel, gravel-sand mixtures, well-graded rock fill with spalls	22-26
Clean sand, silty sand-gravel mixture, single size hard rock fill	17-22
Silty sand, gravel or sand mixed with silt or clay	17
Fine sandy silt, nonplastic silt	14
Various structural materials:	
Masonry on masonry, igneous and metamorphic rocks:	
Dressed soft rock on dressed soft rock	35
Dressed hard rock on dressed soft rock	33
Dressed hard rock on dressed hard rock	29
Masonry on wood (cross grain)	26
Steel on steel at sheet-pile interlocks	17
Wood on soil	14-16§

[†] May be stress dependent (see text) on sand.

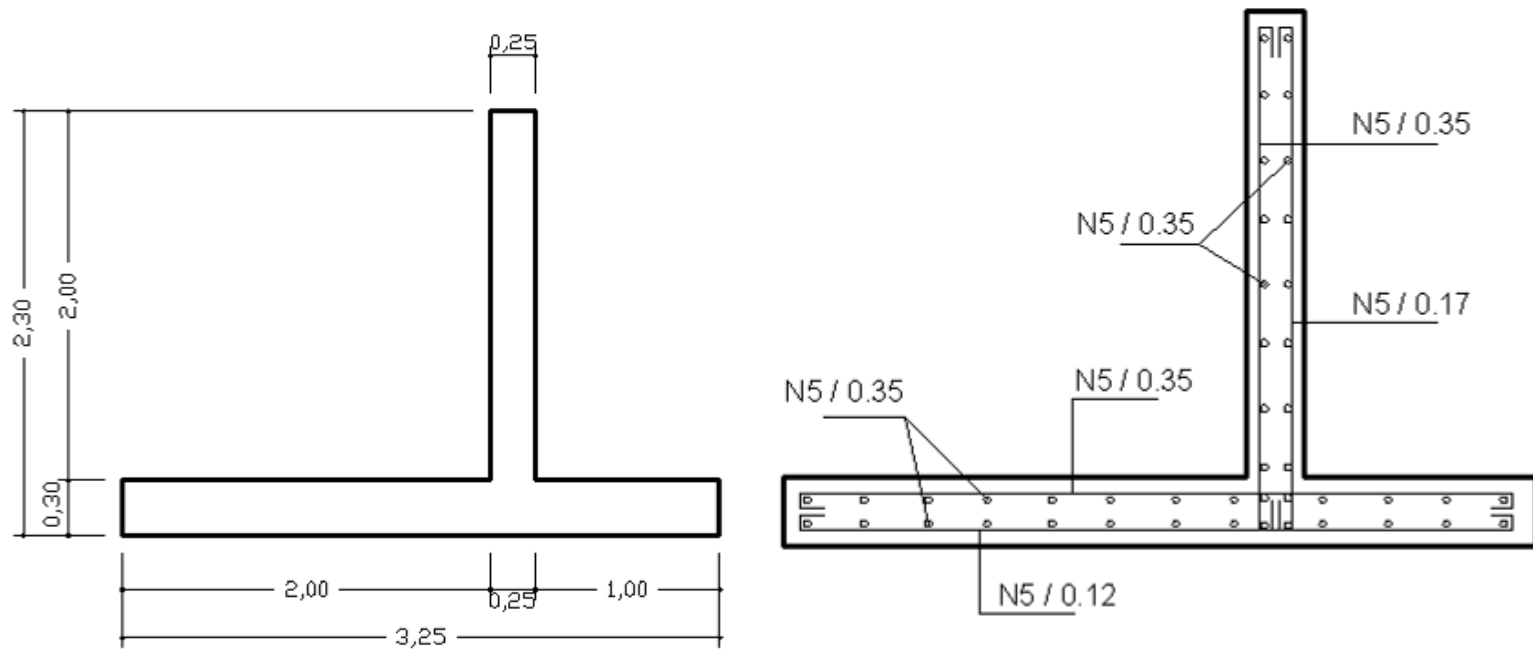
[‡] Single values ± 2 . Alternate for concrete on soil is $\delta = \phi$.

[§] May be higher in dense sand or if sand penetrates wood.

Fuente: Bowles Joseph E. (1988)

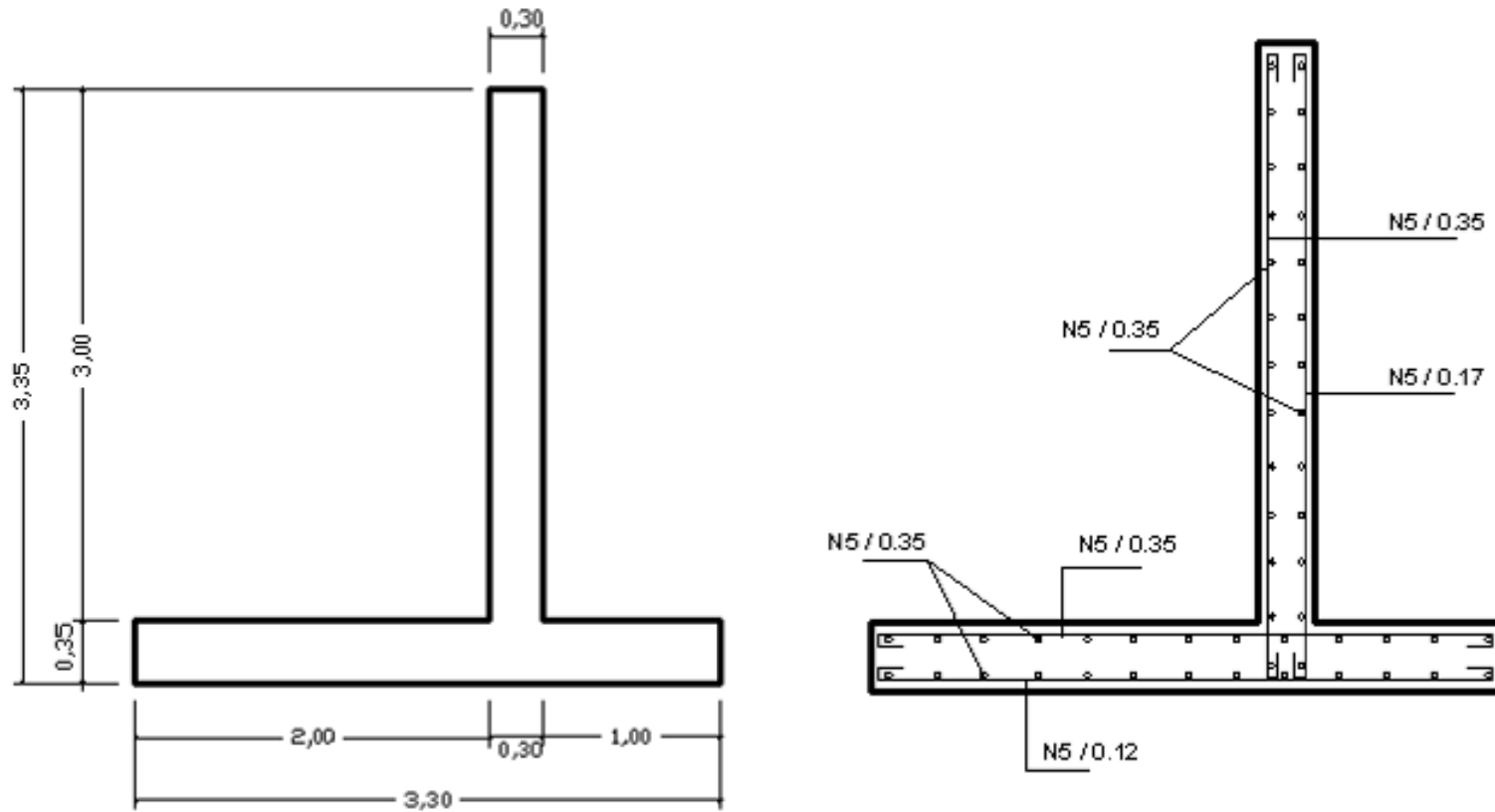
ANEXO 14
DESPIECES DE ACERO SEGÚN PLANOS

MURO TIPO 1: 2.00 M.



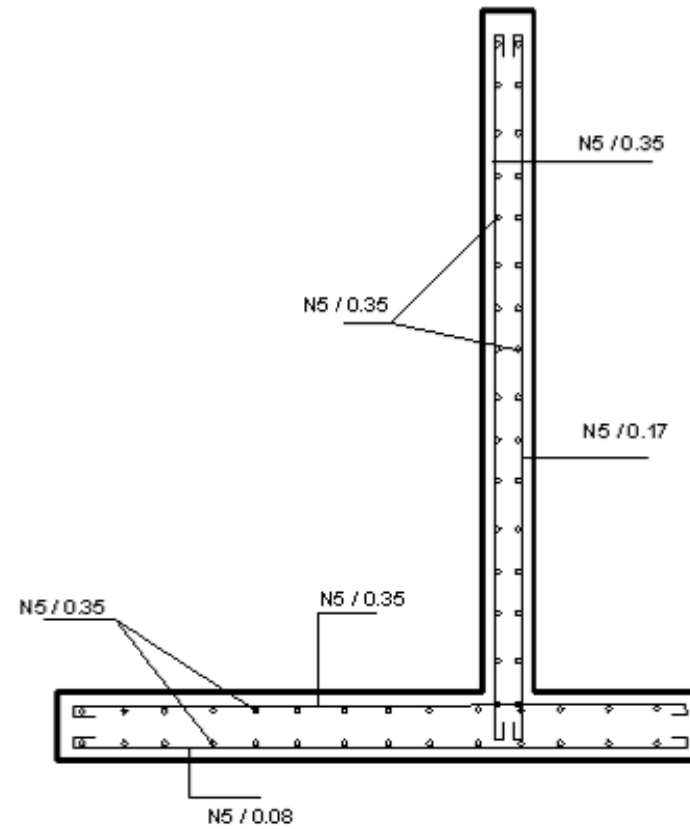
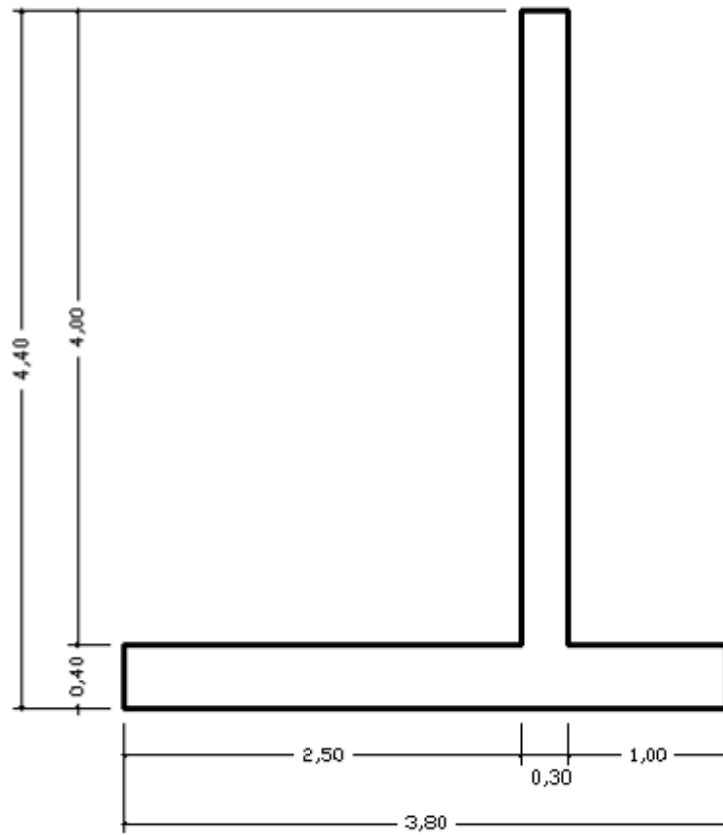
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 1: 3.00 M.



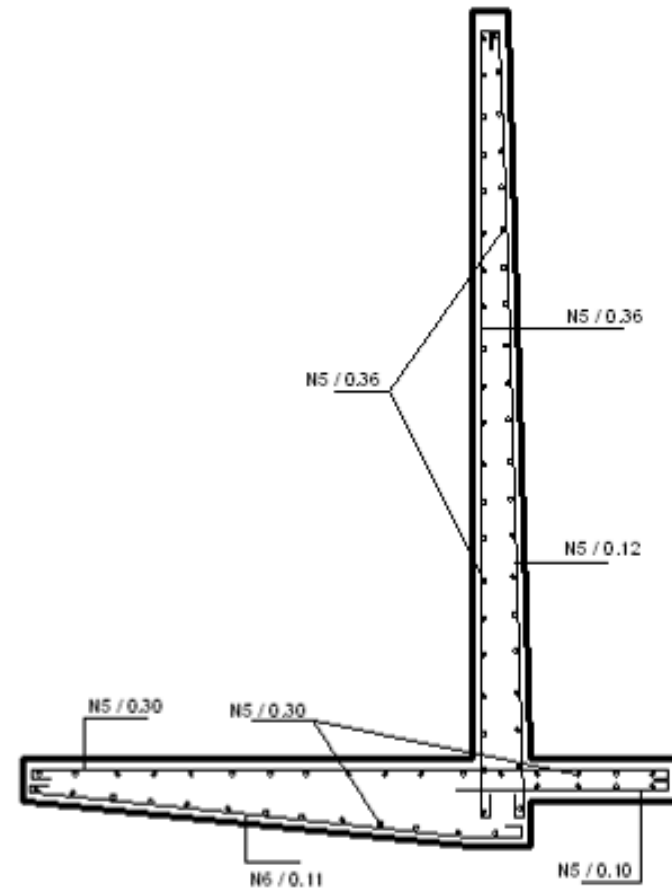
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 1: 4.00 M.



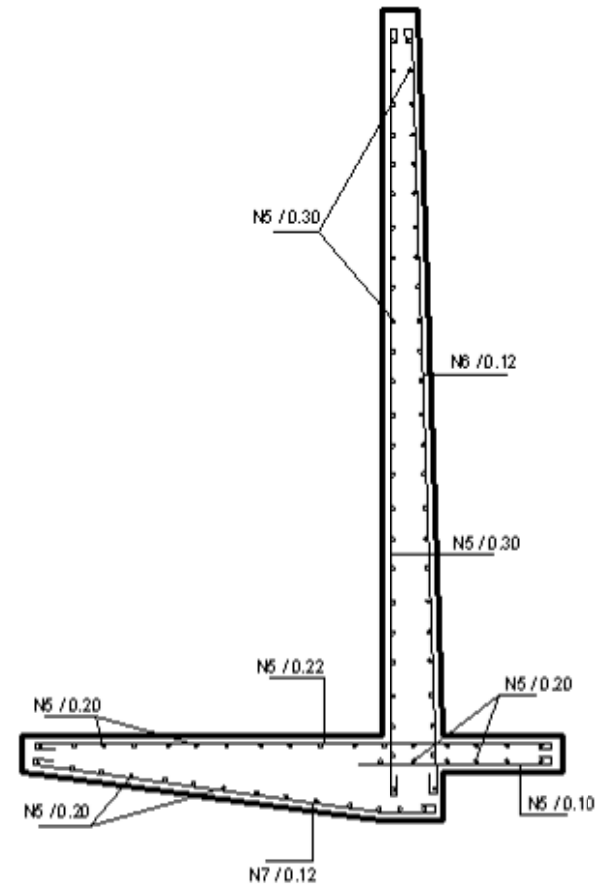
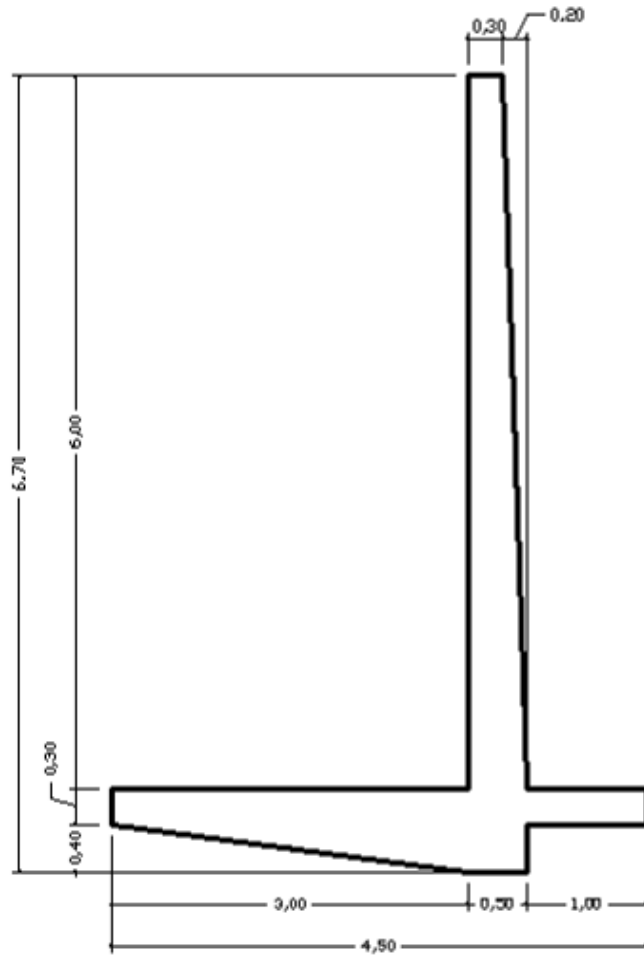
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 1: 5.00 M.



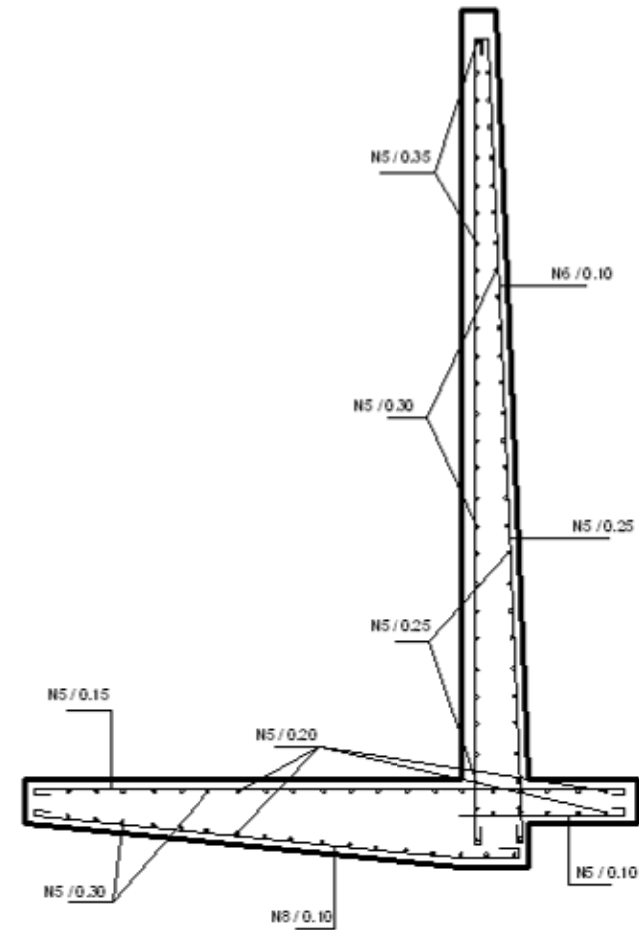
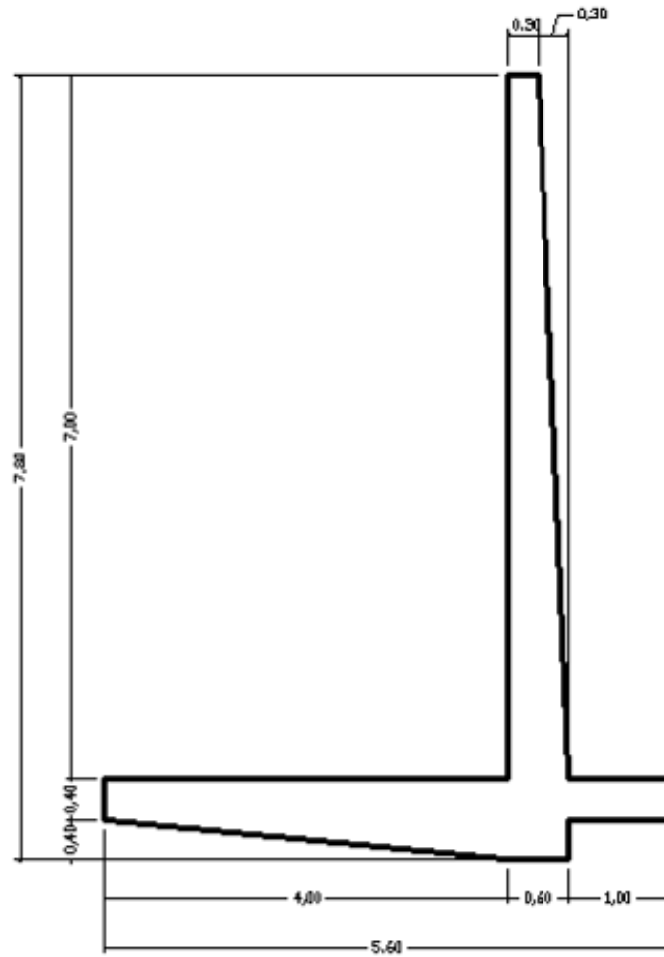
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 1: 6.00 M.



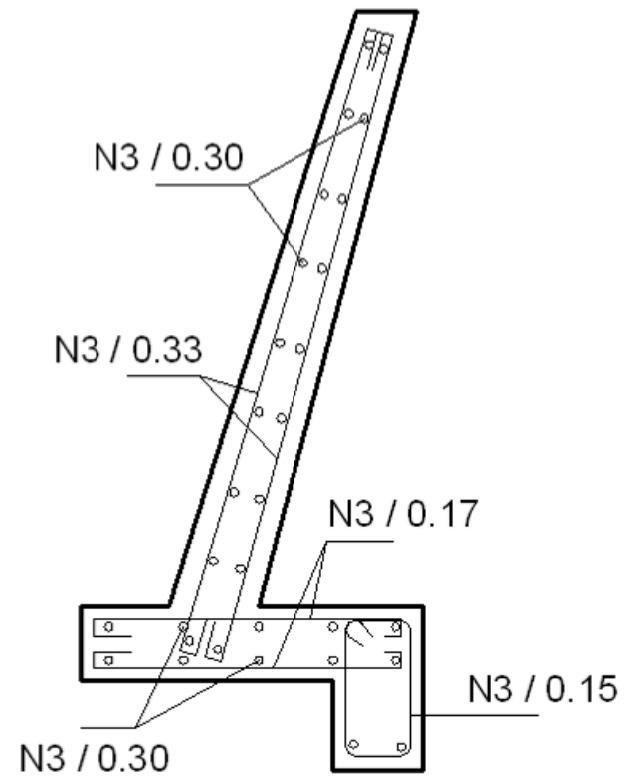
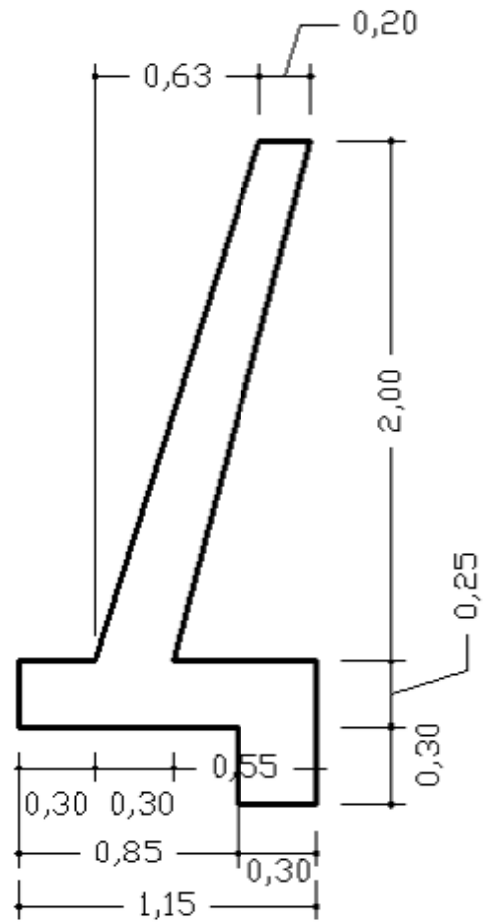
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 1: 7.00 M.



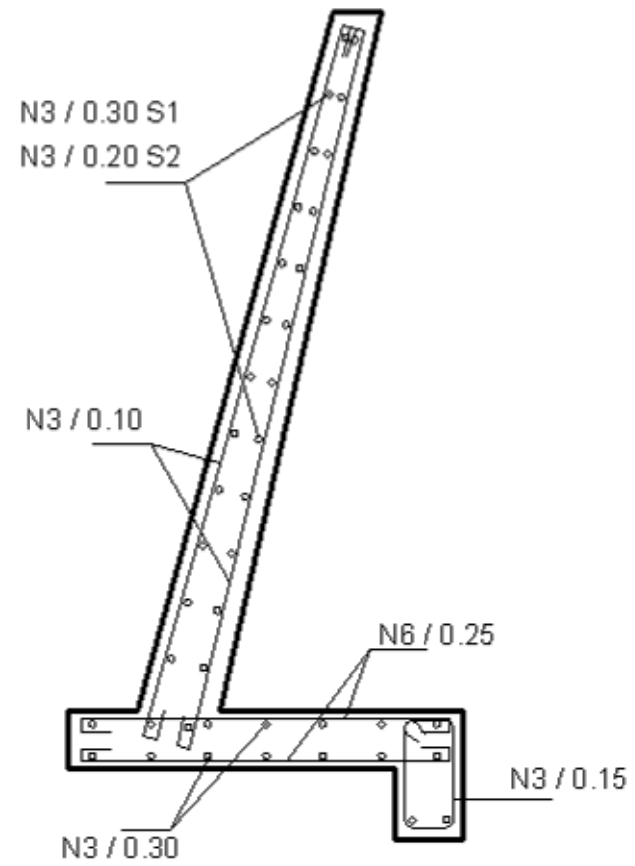
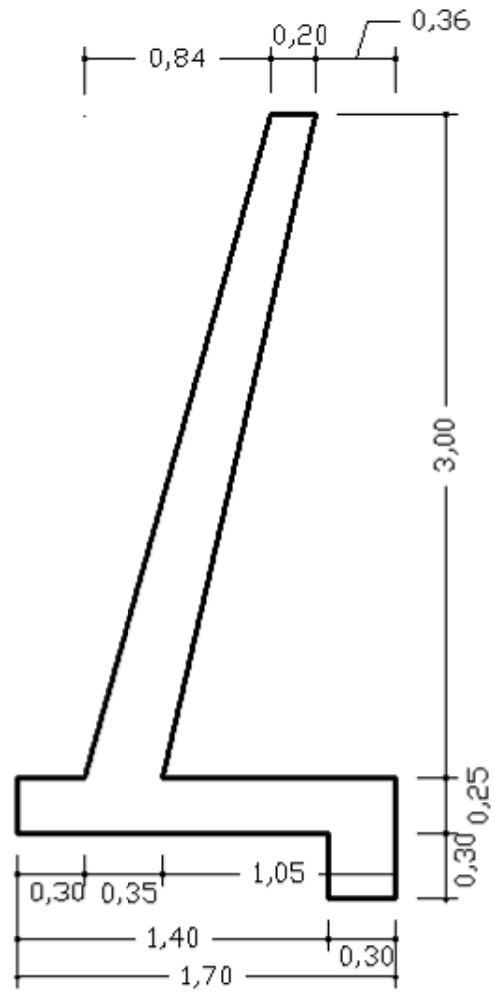
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 2: 2.00 M.



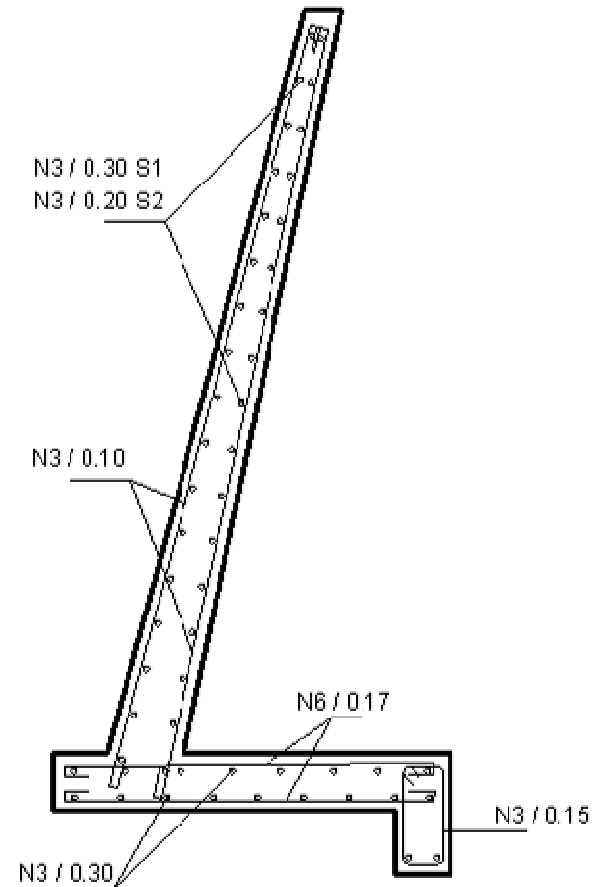
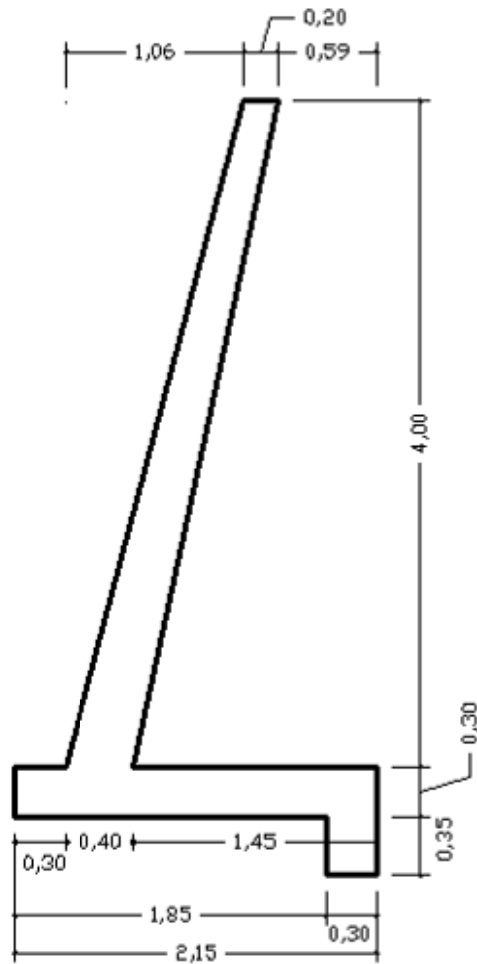
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 2: 3.00 M.



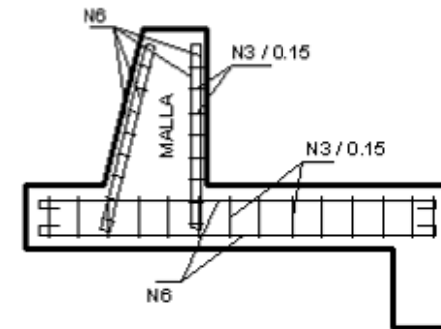
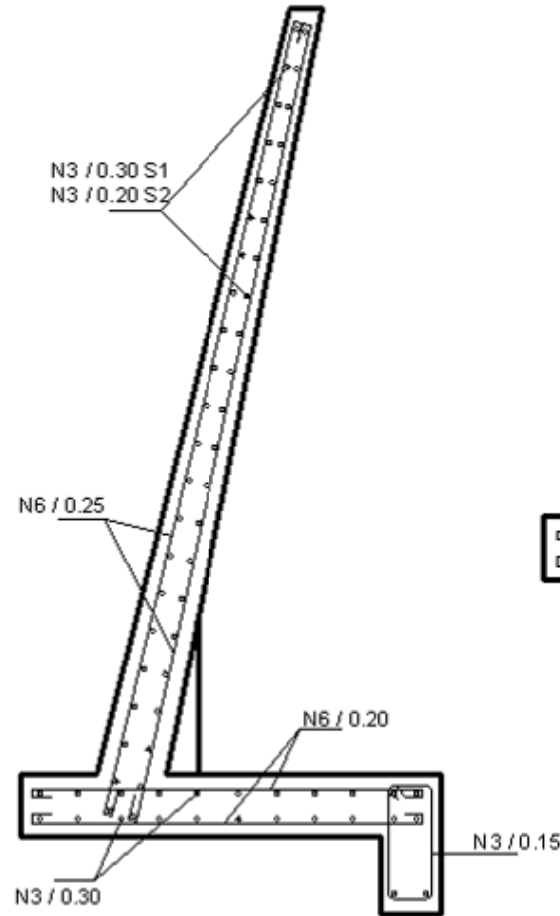
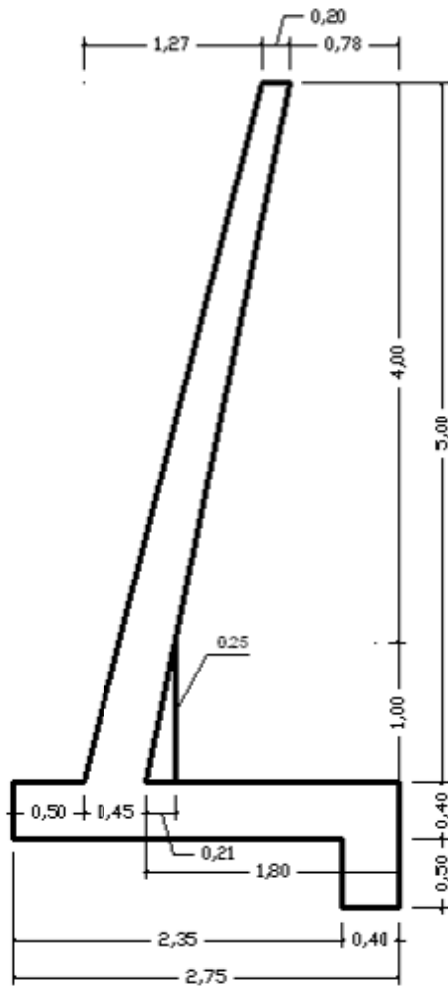
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 2: 4.00 M.



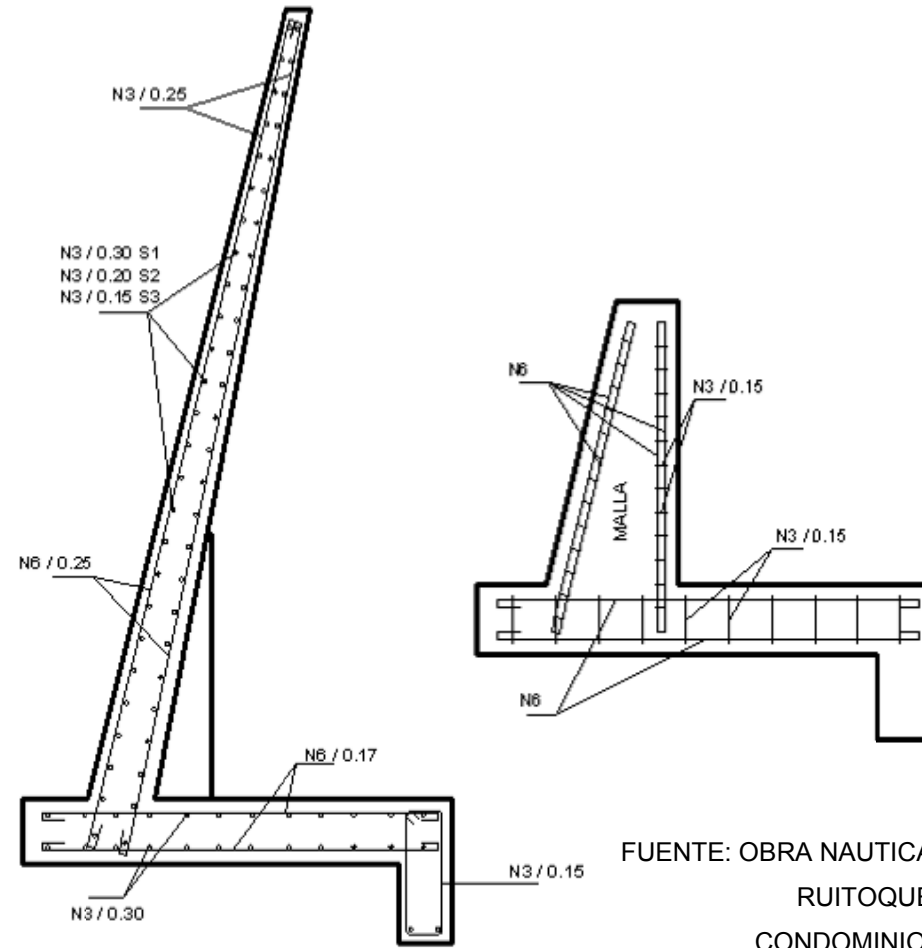
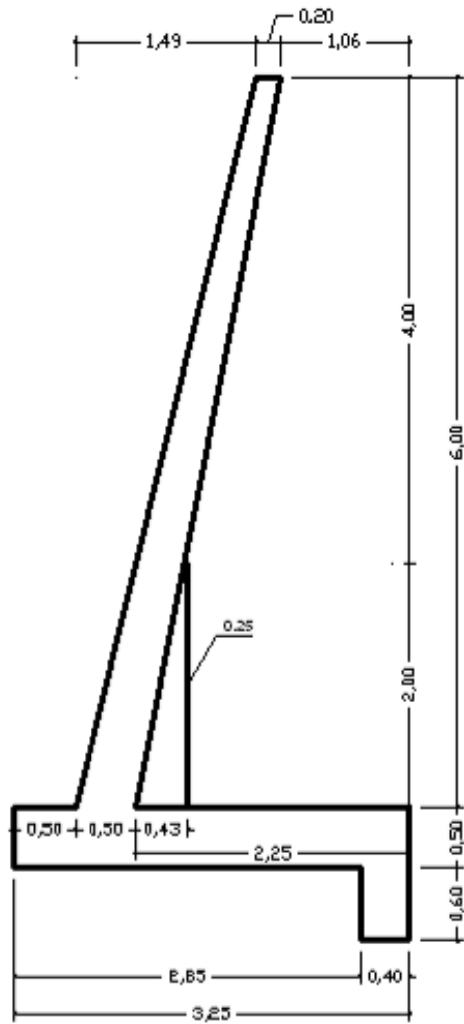
FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE CONDOMINIO.

MURO TIPO 2: 5.00 M.



FUENTE: OBRA NAUTICA RUITOQUE
CONDominio.

MURO TIPO 2: 6.00 M



ANEXO 15.

Ver CD Archivo Excel _ Chequeo de Muros de Contención.

ANEXO 16.
MAPA DE A_a NORMA NSR-98

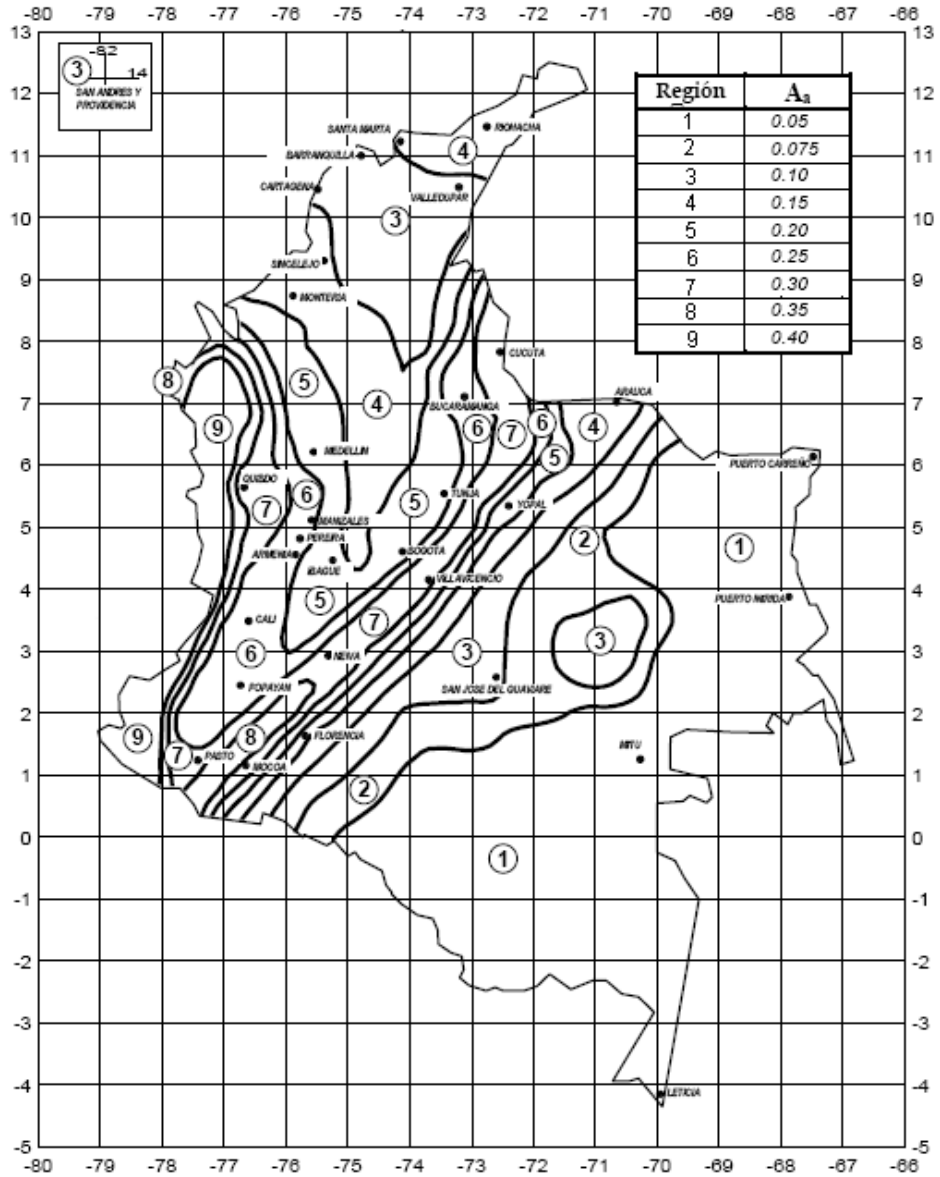


Figura 4 - Mapa de A_a (aceleración pico efectiva horizontal de diseño expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, g = 9.8 m/s²)

Fuente: Tomado del capítulo A3 de la NSR-98