



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo,
tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán
Guayaquil

AUTOR:

Jean Carlo Luzuriaga Sigcho

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

TUTOR:

Ing. Marco Suárez Rodríguez

Guayaquil, Ecuador

22 de marzo del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Luzuriaga Sigcho, Jean Carlo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**

TUTOR

Ing. Marco Suárez Rodríguez

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Alcívar Bastidas Stefany, MSc.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Luzuriaga Sigcho Jean Carlo**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo, tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán Guayaquil** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR

Luzuriaga Sigcho Jean Carlo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Luzuriaga Sigcho Jean Carlo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo, tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

Luzuriaga Sigcho Jean Carlo

Urkund Analysis Result

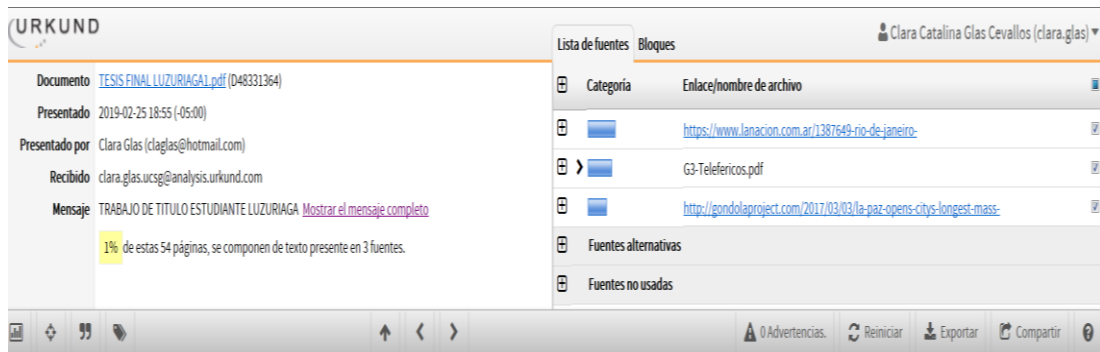
Analysed Document: TESIS FINAL LUZURIAGA1.pdf (D48331364)
Submitted: 2/26/2019 12:55:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 1 %

Sources included in the report:

G3-Telefericos.pdf (D46489671)
<http://gondolaproject.com/2017/03/03/la-paz-opens-citys-longest-mass->
<https://www.lanacion.com.ar/1387649-rio-de-janeiro->

Instances where selected sources appear:

5



The screenshot shows the Urkund web interface. On the left, a sidebar displays document details: 'Documento: TESIS FINAL LUZURIAGA1.pdf (D48331364)', 'Presentado: 2019-02-25 18:55 (-05:00)', 'Presentado por: Clara Glas (claglas@hotmail.com)', 'Recibido: clara.glas.ucsg@analysis.urkund.com', and 'Mensaje: TRABAJO DE TITULO ESTUDIANTE LUZURIAGA'. A yellow highlight indicates '1% de estas 54 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.' On the right, a 'Lista de fuentes' table lists three sources with checkboxes for selection. The bottom of the interface features a navigation bar with icons for search, back, forward, and other functions, along with a status bar showing '0 Advertencias' and options for 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'.

Categoría	Enlace/nombre de archivo	
	https://www.lanacion.com.ar/1387649-rio-de-janeiro-	<input type="checkbox"/>
	G3-Telefericos.pdf	<input type="checkbox"/>
	http://gondolaproject.com/2017/03/03/la-paz-opens-citys-longest-mass-	<input type="checkbox"/>
Fuentes alternativas		
Fuentes no usadas		

FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TEMA: Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo, tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán Guayaquil AUTOR: Luzuriaga Sigcho, Jean Carlo Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERO CIVIL TUTOR: Ing. Suárez Rodríguez, Marco Guayaquil, Ecuador

10 de febrero del 2019 FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERIA CIVIL CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Luzuriaga Sigcho, Jean Carlo, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero Civil TUTOR _____ Ing. Marco Suárez Rodríguez DIRECTOR DE LA CARRERA _____ Ing. Alcivar Bastidas Stefany, Mgs. Guayaquil, a los 10 días del mes de febrero del año 2019

FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Yo, Luzuriaga Sigcho Jean Carlo DECLARO QUE: El Trabajo de Titulación, Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo, tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán Guayaquil previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por brindarme sus incontables bendiciones durante mi vida.

A mi familia por haber estado conmigo en los buenos y en los malos momentos

Al Dr. Marlon Alarcón porque mediante su intervención y con la ayuda de Dios, me pudo dar la gracia de volver a caminar para seguir en mi objetivo de poder ejercer la profesión de Ing. Civil

A mi querida profesora, la Ing. Silvia Torres, la cual mediante sus grandes enseñanzas y consejos hizo nacer en mi un cariño especial a los números y que, con sus ojos de profesora y madre, me supo guiar por el presente camino.

Al Ing. Marco Suarez por haberme brindado su tiempo y ayuda en la realización y corrección de la presente tesis

Al grupo de ingenieros que ofrecieron su cálida y desinteresada ayuda para la realización de la presente tesis, en especial al Ing. Camilo Rizo, Ing. Andrés López, Julio Silvera y al Ing. Aníbal García.

A mi grupo de amigos, Jorge, Sebastián, Bruce, Víctor, Jorge, Gianni y José Alejandro por haberme brindado su amistad a lo largo de todos estos años.

Luzuriaga Sigcho Jean Carlo

DEDICATORIA

A mi madre Aleza, por ser estar siempre conmigo en los momentos buenos y malos de la vida, por ser el pilar fundamental de mi vida.

A mi padre Ernesto, por ser un padre responsable, honesto y cariñoso. Ha sido mi ejemplo a seguir desde pequeño, tanto en lo personal, como en lo profesional, por sus ganas insaciables de trabajar y de dar lo mejor de él sin rendirse nunca.

A mis hermanos, Christian y Andrea, por darme su confianza, amistad y apoyo a lo largo de toda mi vida.

A Leyla, por ser una de las personas más importantes de mi vida, ser la que me motiva a crecer cada día más en lo profesional, personal y por acompañarme todo este tiempo.

De manera especial, se lo dedico a mi mami Digna, quien marcó mi niñez y adolescencia con su gran amor, a quien le hubiera encantado verme graduar y por cuidarnos desde el cielo.

Luzuriaga Sigcho Jean Carlo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL**

Ing. Marco Suárez Rodríguez
TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Stefany Alcívar Bastidas, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Nancy Varela Terreros, MSc.
DOCENTE DELEGADA

Ing. Roberto Murillo Bustamante, MSc.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO # 1.- INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.- ANTECEDENTES.....	2
1.2.- JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.- OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5.- ALCANCE.....	3
1.6.- METODOLOGÍA.....	4
1.7.- LIMITACIONES.....	4
CAPÍTULO # 2.- MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.- TRANSPORTE POR CABLES.....	5
2.1.1.- HISTORIA.....	5
2.1.2.- TERMINOLOGÍA.....	7
2.1.3.- CLASIFICACIÓN.....	10
2.1.3.1.- SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA DE CIRCULACIÓN.....	10
2.1.3.2.- SEGÚN EL TIPO DE CABLE.....	10
2.1.3.3.- SEGÚN EL TIPO Y SENTIDO DE MOVIMIENTO.....	14
2.1.3.4.- SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULOS.....	17
2.1.3.5.- SEGÚN EL TIPO DE UNIÓN DEL VEHÍCULO AL CABLE DE TRACCIÓN.....	18
2.1.3.6.- SEGÚN EL OBJETO DEL TRANSPORTE.....	20
2.1.3.7.- SEGÚN LA FINALIDAD DEL TRANSPORTE.....	20
2.1.4.- ELEMENTOS PRINCIPALES.....	21
2.1.4.1.- CLASIFICACIÓN DE ESTACIONES.....	21
2.1.4.2.- CLASIFICACIÓN DE PILONAS.....	23
2.2.- TRANSPORTE AÉREO POR CABLES EN PAÍSES SUDAMERICANOS.....	27
2.2.1.- COLOMBIA.....	27
2.2.2.- VENEZUELA.....	29
2.2.3.- BRASIL.....	31
2.2.4.- ECUADOR.....	32
2.2.5.- BOLIVIA.....	33
CAPÍTULO # 3.-GENERALIDADES DEL PROYECTO AEROVÍA DURÁN GUAYAQUIL.....	35
3.1.- TRAYECTORIA.....	35
3.2.- CABINAS.....	37

3.3.- SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN	39
3.4.- ESTRUCTURA.....	40
3.4.1.- CIVIL.....	40
3.4.2.- ELECTROMECAÁNICO	42
3.5.- ESTACIONES	43
3.5.1.- ESTACIÓN 01	43
3.5.2.- ESTACIÓN 02.....	47
3.5.3.- ESTACIÓN 03.....	50
3.5.4.- ESTACIÓN 05.....	54
3.6 ESTACIÓN 04.....	57
3.6.1.- PARTICULARIDADES	57
3.6.2.- CONCEPCIÓN ARQUITECTÓNICA.....	58
3.6.3.- PRESUPUESTO REFERENCIAL	64
3.6.4.- CRONOGRAMA DE OBRA.....	66
CAPÍTULO # 4.- PROCESO CONSTRUCTIVO.....	68
4.1.- ESTUDIOS PRELIMINARES.....	69
4.3.- CONSTRUCCIÓN DE CERRAMIENTO PERIMETRAL	70
4.4.- TRABAJOS DE DEMOLICIÓN Y DESALOJO DE ESCOMBROS.....	72
4.5.- RELLENO PARA ACCESO DE PLATAFORMA DE PILOTAJE.....	78
4.6.- OBRAS GENERALES DE CAMPAMENTO	79
4.7.- CIMENTACIÓN PROFUNDA.....	85
4.8.- PREPARACIÓN PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.....	98
4.9.- CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.....	104
4.10.- CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS DE G4.....	129
4.11.- CONSTRUCCIÓN DE VIGA INTERMEDIA DE COLUMNAS DE G4	136
4.12.- CONSTRUCCIÓN DE LOSA NIVEL CALLE.....	141
4.13.- INSTALACIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y COLUMNAS METÁLICAS	147
4.14.- CONSTRUCCIÓN DE NIVEL CALLE A NIVEL VESTÍBULO	149
4.14.1.- NIVEL +8.35.....	149
4.14.2.- NIVEL VESTÍBULO	153
4.15.- CONSTRUCCIÓN DE NIVEL VESTÍBULO A NIVEL ANDÉN	157
4.15.1.- NIVEL +14.35.....	157
4.15.1.- NIVEL ANDÉN.....	159
4.16.- CONSTRUCCIÓN DE NIVEL ANDÉN A NIVEL CUBIERTA	160
4.16.1.- NIVEL +21.00.....	160

4.16.2.- NIVEL +23.90	162
4.17.- MAMPOSTERÍA	163
4.18.- MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIÓN DE CABLE	163
4.19.- INSTALACIÓN DE CUBIERTA ELECTROMECAÁNICA	165
4.20.- ACABADOS Y OBRAS EXTERIORES	167
CAPÍTULO # 5.- CONTROL DE CALIDAD	168
5.1.- ESTUDIOS	168
5.1.1.- GEOTÉCNICOS	168
5.1.2.- FALLA Y SERVICIO	172
5.2.- ENSAYOS	173
5.2.1.- ENSAYOS DE PDA	173
5.2.2.- ENSAYOS DE TINTAS PENETRANTES	173
5.2.3.- PRÓCTOR MODIFICADO	174
5.2.4.- COMPACTACIÓN	175
5.2.5.- AGREGADO GRUESO	175
5.2.6.- AGREGADO FINO	176
5.2.7.- ACERO	176
5.2.8.- HORMIGÓN	177
5.3.- CERTIFICACIONES	178
5.4.- FORMATOS	179
CAPÍTULO # 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Funicular de la ciudad de Santiago de Chile, Chile.....	8
Ilustración 2.- Teleférico en Santiago de Chile	8
Ilustración 3.- Telesquí de Cauterets, Francia.	9
Ilustración 4.- Teleférico bicable de Grenoble, Francia.....	11
Ilustración 5.- Ferrocarril de Kiev, Ucrania	12
Ilustración 6.- Teleférico monocable doble Val Thorens, Francia.	13
Ilustración 7.- Telesillas de estación Baquiera Beret, España.	14
Ilustración 8.- Teleférico vaivén	15
Ilustración 9.- Esquema de movimiento circulante.....	15
Ilustración 10.- Teleférico pulsados.....	16
Ilustración 11.- Vehículo Abierto.....	17
Ilustración 12.- Vehículo cerrado.....	17
Ilustración 13.- Cabinas agrupadas	18
Ilustración 14.- Sistema de Pinza Fija.....	19
Ilustración 15.- Dispositivo típico de desembrague de cabinas	19
Ilustración 16.- Teleférico de mercancías en Apiaí, Brasil.....	20
Ilustración 17.- Esquema de estaciones terminales	22
Ilustración 18.- Esquema de estaciones intermedias.....	23
Ilustración 19.- Pilonas de celosía.....	24
Ilustración 20.- Pilonas tubulares	24
Ilustración 21.- Balancines	25
Ilustración 22.- Anemómetro.....	26
Ilustración 23.- Esquema de cadena cinemática	27
Ilustración 24.- Metrocable de Medellín, Colombia.....	29
Ilustración 25.- Metrocable de Caracas, Venezuela.	30
Ilustración 26.- Teleférico Complexo do Alemão	31
Ilustración 27.- Teleférico de Quito	32
Ilustración 28.- Teleférico de La Paz, Bolivia.	34
Ilustración 29.- Alternativa 23	35
Ilustración 30.- Alternativa 21	36
Ilustración 31.- Tiempo de recorrido.....	37
Ilustración 32.- Modelo de cabinas a emplearse en Aerovía.....	38
Ilustración 33.- Distancias de seguridad para operación de cabinas	39
Ilustración 34.- Modelo de piona a emplearse	40
Ilustración 35.- Esquema de pilonas sobre río Guayas	41
Ilustración 36.- Estación 01	45
Ilustración 37.- Estación 01, obra gris.....	46
Ilustración 38.- Estación 02	48
Ilustración 39.- Implantación Estación 02	49
Ilustración 40.- Estación 03	51
Ilustración 41.- Implantación Estación 03	52
Ilustración 42.- Ubicación Estación 03.....	53
Ilustración 43.- Render de Estación 05	55
Ilustración 44.- Implantación Estación 05	56
Ilustración 45.- El equipo campeón del Sudamericano de Natación 1938 en Perú.....	58

Ilustración 46.- Estación 04, Vista Frontal.....	59
Ilustración 47.- Estación 04, Vista Lateral.....	60
Ilustración 48.- Implantación Estación 04.....	61
Ilustración 49.- Render Estación 04.....	62
Ilustración 50.- Reformas Viales.....	69
Ilustración 51.- Antigua piscina municipal.....	70
Ilustración 52.- Acero para bases de cerramiento.....	71
Ilustración 53.- Instalación de cerramiento perimetral.....	72
Ilustración 54.- Monumento existente en instalaciones de Estación 02.....	73
Ilustración 55.- Retiro de elementos no estructurales.....	73
Ilustración 56.- Demolición de mampostería.....	74
Ilustración 57.- Acopio de material.....	74
Ilustración 58.- Demolición de galpón.....	75
Ilustración 59.- Viga demolida 1/2.....	76
Ilustración 60.- Viga demolida 2/2.....	76
Ilustración 61.- Retroexcavadora con martillo hidráulico.....	77
Ilustración 62.- Desalojo de material.....	77
Ilustración 63.- Predicción de mareas.....	78
Ilustración 64.- Implantación general de obra.....	79
Ilustración 65.- Fotografía aérea de campamento.....	80
Ilustración 66.- Render ubicación de campamento.....	80
Ilustración 67.- Fundición de replantillo.....	81
Ilustración 68.- Fundición de bases.....	81
Ilustración 69.- Bases culminadas.....	82
Ilustración 70.- Grúa empleada.....	82
Ilustración 71.- Instalación de campamento.....	83
Ilustración 72.- Trabajos sanitarios.....	84
Ilustración 73.- Acometida eléctrica.....	84
Ilustración 74.- Cerramiento en obra.....	85
Ilustración 75.- Entibado metálico.....	86
Ilustración 76.- Pozo para agua bombeada.....	86
Ilustración 77.- Instalación de acero en pilotes.....	87
Ilustración 78.- Encofrado metálico para pilotes.....	88
Ilustración 79.- Fundición de pilotes.....	88
Ilustración 80.- Acopio de pilotes.....	89
Ilustración 81.- Armadura de pilotes P.15.....	90
Ilustración 82.- Armadura de pilotes P.16-17.....	90
Ilustración 83.- Detalle de acople de pilotes.....	91
Ilustración 84.- Pilotes de la Estación 04.....	91
Ilustración 85.- Llegada de pilotes a Estación 04.....	92
Ilustración 86.- Izaje de pilotes.....	92
Ilustración 87.- Secuencial de hincado de pilotes.....	93
Ilustración 88.- Secuencial de hincado de pilotes en tramo central.....	94
Ilustración 89.- Finalización de hincado de pilotes.....	94
Ilustración 90.- Render de hincado de pilotes.....	95
Ilustración 91.- Replanteo de coordenadas.....	95
Ilustración 92.- Pre barrenado para hincado de pilotes.....	96
Ilustración 93.- Colocación de tramo inferior de pilote.....	96

Ilustración 94.- Colocación de capuchón metálico.....	97
Ilustración 95.- Soldadura en acople de pilote.....	97
Ilustración 96.- Derrocado de pilote a nivel de terreno.....	98
Ilustración 97.- Secuencial de derrocado.....	99
Ilustración 98.- Finalización de derrocado.....	99
Ilustración 99.- Render de derrocado de pilotes.....	100
Ilustración 100.- Excavación.....	100
Ilustración 101.- Render de excavación de terreno junto a pilotes.....	101
Ilustración 102.- Render de replantillo de cimentación.....	101
Ilustración 103.- Render de derrocado de pilotes.....	102
Ilustración 104.- Marcación de niveles en pilotes a descabezar.....	102
Ilustración 105.- Descabezado de pilotes.....	103
Ilustración 106.- Descabezado total de pilotes.....	103
Ilustración 107.- Acopio de diferentes marcas de acero para distintos elementos.....	104
Ilustración 108.- Armado de acero en muros perimetrales.....	105
Ilustración 109.- Detalle de muros perimetrales.....	105
Ilustración 110.- Traslape de vigas de cimentación.....	106
Ilustración 111.- Encofrado para fundición de 1era etapa.....	107
Ilustración 112.- Render de fundición de 1era etapa.....	107
Ilustración 113.- Mixer para fundición de muros perimetrales.....	108
Ilustración 114.- Vaciado de hormigón en bomba.....	108
Ilustración 115.- Proceso de fundición.....	109
Ilustración 116.- Render de muros perimetrales en extremos opuestos de la estación.....	109
Ilustración 117.- Plataforma de acceso.....	110
Ilustración 118.- Encofrado de muro perimetral para fundición de 2da etapa.....	110
Ilustración 119.- Fundición de 2da etapa de muro perimetral.....	111
Ilustración 120.- Curado de muro perimetral.....	111
Ilustración 121.- Relleno de muro perimetral.....	112
Ilustración 122.- Densímetro nuclear.....	112
Ilustración 123.- Render de relleno de muro perimetral.....	113
Ilustración 124.- Armado de acero de cabezal de la pila P.16-17.....	113
Ilustración 125.- Armado de acero de pedestal de la pila P.16-17.....	114
Ilustración 126.- Armado de parte inferior de pila P.16-17.....	114
Ilustración 127.- Armado de parte superior de Pila P.16-17.....	115
Ilustración 128.- Render de armado de acero de pila P.16-17.....	115
Ilustración 129.- Render de proceso de fundición.....	116
Ilustración 130.- Fundición de pila P.16-17.....	116
Ilustración 131.- Fundición de cabezal de pila P.16-17.....	117
Ilustración 132.- Pernos de anclaje.....	117
Ilustración 133.- Izaje de pernos de anclaje.....	118
Ilustración 134.- Colocación de pernos de anclaje.....	118
Ilustración 135.- Colocación en encofrado de pernos de anclaje.....	119
Ilustración 136.- Ubicación final de pernos de anclaje.....	119
Ilustración 137.- Render de colocación de pernos de anclaje.....	120
Ilustración 138.- Render de fundición.....	120

Ilustración 139.- Render de cimentación de elementos principales en Estación 04	121
Ilustración 140.- Render de pilona P.16-17.....	122
Ilustración 141.- Acero de pilona P.16-17	122
Ilustración 142.- Colocación de tuberías para la fundición	123
Ilustración 143.- Fundición de cimentación.....	123
Ilustración 144.- Fundición de viga riostra de cimentación	124
Ilustración 145.- Fundición de cabezal de G4 B.....	124
Ilustración 146.- Cimentación de G4 B.....	125
Ilustración 147.- Render de cimentación de pilonas G4 culminadas.....	125
Ilustración 148.- Armado de acero de pilona P.15.....	126
Ilustración 149.- Render de fundición de elemento P.15 hasta nivel de cabezal	126
Ilustración 150.- Render de colocación de pernos de anclaje en pilona P.15	127
Ilustración 151.- Fundición de pilona P.15 hasta nivel de pedestal	127
Ilustración 152.- Cimentación de la Estación 04.....	128
Ilustración 153.- Mixers para fundiciones de elementos de cimentación.....	128
Ilustración 154.- Columnas principales de la Estación 04	129
Ilustración 155.- Render de excavación para grúa torre	130
Ilustración 156.- Render de cimentación para grúa torre.....	131
Ilustración 157.- Instalación de tramo inicial de grúa torre	131
Ilustración 158.- Instalación de tramo inicial con la cimentación.....	132
Ilustración 159.- Instalación de tramos finales de grúa torre.....	132
Ilustración 160.- Render de grúa torre en Estación 04.....	132
Ilustración 161.- Instalación de bloques de poliestireno expandido	133
Ilustración 162.- Encofrado de columnas.....	133
Ilustración 163.- Render de fundición de tramo inicial de columna.....	134
Ilustración 164.- Andamios para fundición de tramo superior de columna....	134
Ilustración 165.- Encofrado de tramos superiores de columna principal.....	135
Ilustración 166.- Fundición de columna hasta 1 metro inferior al nivel de la viga riostra.....	135
Ilustración 167.- Render de columnas principales de la Estación 04	136
Ilustración 168.- Armado de acero de viga riostra superior	136
Ilustración 169.- Render de colocación de vigas HEB	137
Ilustración 170.- Render de colocación de plancha metálica.....	137
Ilustración 171.- Render de andamios para la viga superior.....	138
Ilustración 172.- Render de colocación de vigas metálicas para viga riostra	138
Ilustración 173.- Render de colocación de bloques de poliestireno en viga ..	139
Ilustración 174.- Render de armadura de viga riostra.....	139
Ilustración 175.- Colocación de pernos de anclaje en columnas principales	140
Ilustración 176.- Render de fundición de viga riostra	140
Ilustración 177.- Vigueta pretensada	141
Ilustración 178.- Render de vigueta pretensada	141
Ilustración 179.- Losa de nivel de calle	142
Ilustración 180.- Render de encofrado de vigas de nivel calle	142
Ilustración 181.- Encofrado de vigas para losa presforzada.....	143
Ilustración 182.- Render de colocación de vigas presforzadas.....	144
Ilustración 183.- Colocación de vigas presforzadas.....	144

Ilustración 184.- Refuerzo de losa con vigas presforzadas.....	145
Ilustración 185.- Fundición de losa con vigas presforzadas.....	146
Ilustración 186.- Sección sin fundir de losa.....	146
Ilustración 187.- Fundición de muro perimetral.....	147
Ilustración 188.- Fundición de losa de nivel calle	147
Ilustración 189.- Colocación de columnas metálicas en la cimentación	148
Ilustración 190.- Colocación de balancines en parte superior de pilonas.....	148
Ilustración 191.- Polea motriz en estaciones de transporte aero-suspendido	149
Ilustración 192.- Colocación de polea motriz	149
Ilustración 193.- Render de andamios para columnas.....	150
Ilustración 194.- Encofrado para columnas	150
Ilustración 195.- Render de fundición inicial de columnas.....	151
Ilustración 196.- Fundición de columnas de tramos superiores con ménsulas	
.....	151
Ilustración 197.- Colocación de vigas metálicas con grúa torre	152
Ilustración 198.- Render de colocación de vigas metálicas principales	152
Ilustración 199.- Render de colocación de vigas metálicas secundarias.....	152
Ilustración 200.- Render de fundición de losa en nivel +8.35	153
Ilustración 201.- Detalle de conexión de vigas metálicas a viga de hormigón y a losa	154
Ilustración 202.- Render de vigas en losa nivel Vestíbulo	154
Ilustración 203.- Render de fundición de losa en extremos del nivel Vestíbulo	
.....	155
Ilustración 204.- Render de fundición de losa en tramo central de nivel Vestíbulo	
.....	155
Ilustración 205.- Apuntalamiento de losas en estaciones de aero-suspendido	
.....	156
Ilustración 206.- Fundición de escaleras.....	156
Ilustración 207.- Render de columnas en losa intermedia de Vestíbulo.....	157
Ilustración 208.- Render de colocación de vigas metálicas principales en losa	
.....	157
Ilustración 209.- Render de instalación de vigas metálicas secundarias.....	158
Ilustración 210.- Render de fundición de losa intermedia de nivel Vestíbulo	
.....	158
Ilustración 211.- Render de losa intermedia de nivel Vestíbulo	159
Ilustración 212.- Render de vigas de nivel Andén.....	159
Ilustración 213.- Fundición de losa de nivel Andén.....	160
Ilustración 214.- Render de fundición de columnas de nivel Andén.....	161
Ilustración 215.- Render de colocación de vigas	161
Ilustración 216.- Render de losa de nivel +21.90	162
Ilustración 217.- Render de vigas de nivel de cubierta.....	162
Ilustración 218.- Estación 04.....	163
Ilustración 219.- Instalación de cable guía mediante dron	164
Ilustración 220.- Llegada de dron a balancín.....	164
Ilustración 221.- Poleas mecánicas para instalación de cable de acero final	
.....	165
Ilustración 222.- Render de vigas metálicas para cubierta.....	165
Ilustración 223.- Render de cubierta electromecánica.....	166
Ilustración 224.- Cubierta en estación de transporte aero-suspendido	166
Ilustración 225.- Estación 04.....	167

Ilustración 226.- Estudio de suelos Estación 04 (1/3)	169
Ilustración 227.- Estudio de suelos Estación 04 (2/3)	170
Ilustración 228.- Estudio de suelos Estación 04 (3/3)	171
Ilustración 229.- Resultados de estudios de hincabilidad	172
Ilustración 230.- Resultados de PDA	173
Ilustración 231.- Informe de tintas penetrantes	174
Ilustración 232.- Resultados del próctor	174
Ilustración 233.- Densímetro nuclear	175
Ilustración 234.- Ensayos de varillas de acero	177
Ilustración 235.- Dosificación Hormigón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ bombeable	177
Ilustración 236.- Desviación estándar de roturas de hormigón de 350 kg/cm^2	178
Ilustración 237.- Manual de preparación para certificación ACI	178
Ilustración 238.- Formato de registro de hincado de pilotes	179

RESUMEN

En la presente tesis se describe la trayectoria y las características generales de cada estación que conformarán la Aerovía Durán Guayaquil. Se detallan las características específicas y las diferentes etapas del proceso constructivo de la Estación 04, también denominada “Los 4 Mosqueteros”, iniciando desde la expropiación del terreno donde se ubicará la estación hasta la instalación de la cubierta electromecánica y realización de los acabados, así como las características más relevantes de cada elemento estructural presente en la estación, tomando en cuenta elementos que se consideran independientes a la estación, tales como las pilonas P.16-17 y la pilona P.15. De igual manera, se mencionan los aspectos más importantes para el correcto control de calidad de los materiales y de los procesos en las etapas constructivas, así mismo se describe la logística empleada para el pedido y llegada de los materiales a la obra para lograr una mínima interferencia con el tráfico en las calles aledañas al sector.

PALABRAS CLAVE: Pilonas, estaciones, aero – suspendido, monocable, cabinas, cabezales.

ABSTRACT

This thesis describes the trajectory and the most important characteristics of all the stations that will constitute the “Aerovía Durán Guayaquil”. The specific characteristics and every stage of the constructive process of the Station 04, also known as “Los 4 Mosqueteros”, starting from the land expropriation until the installation of the electromechanical deck are detailed in the present work, also it will describe the most relevant characteristics of all the structural elements in the station, including the elements that are usually considered as isolated elements, like the bollards known as P.16-17 and P.15. Additionally, this work will describe the most important bearings for the correct quality control of each material and of every stage of the construction process, furthermore it will mention the logistic used in the purchase order of materials and in their respective arrival to the station, with the goal of causing a minimal interference with the traffic in the surrounding streets.

KEY WORDS: bollards, stations, aerial tramway, monocable, cabins, bolsters.

CAPÍTULO # 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES

En los años recientes, Guayaquil ha sido testigo de grandes cambios en materia de transporte masivo. La inauguración del “Sistema Integrado de Transporte Urbano Masivo de Guayaquil” o también llamado Metrovía en el 2006, ha significado una mejora notable en el ámbito de movilización urbana.

Actualmente, la Metrovía cuenta con 3 líneas, también conocidas como Troncales. La Troncal 1 cubre el sector Este de la ciudad el cual abarca desde el Guasmo Sur hasta el Terminal Río Daule. La Troncal 2 cubre el área del Sur del Puerto Marítimo e Isla Trinitaria, mientras que la Troncal 3 sirve primordialmente para sectores noroccidentales de la ciudad.

En los años venideros está previsto la construcción de 4 Troncales adicionales que abarcarán más sectores de Guayaquil. Además de las líneas de la Metrovía, las 2732 unidades que conforman los buses convencionales pueden cubrir la demanda interna de la ciudad de Guayaquil.

Si bien es cierto que la demanda interna de movilidad está controlada, también existe gran demanda entre las ciudades vecinas a Guayaquil, principalmente Durán y Samborondón debido fundamentalmente a actividades laborales, especialmente al comercio.

El principal punto de acceso de automóviles a Guayaquil viajando desde Durán o Samborondón es el Puente de la Unidad Nacional, luego se redirige el tráfico hacia el centro por la Av. Pedro Menéndez Gilbert o hacia el norte por la Av. Benjamín Rosales.

Al solo haber principalmente 1 vía de acceso, el tráfico vehicular en este sector se vuelve un caos, por lo que es necesario otras formas alternativas de transporte masivo para poder resolver el problema de nuevos accesos viales a la ciudad.

Acorde a los estudios de factibilidad, la Aerovía Durán Guayaquil se erige como la solución de transporte masivo para resolver la mayor necesidad de tráfico existente correspondiente a las respectivas ciudades, por lo que es de

suma importancia conocer sobre la construcción de las estaciones que conformarán el sistema integral de transporte aero-suspendido, conocido como Aerovía.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

Al ser el primer sistema aero-suspendido de transporte masivo en Ecuador, es de gran interés tanto para estudiantes como profesionales de Ingeniería Civil o carreras afines, conocer sobre las características más relevantes del proyecto, en cuanto a los requerimientos de calidad en obras de tal envergadura y sobre los procesos constructivos de la obra civil que se llevarán a cabo en una de las estaciones más importantes en todo el proyecto, tal como lo es la Estación 4, también llamada Estación “ Los 4 Mosqueteros.”

1.3.- OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema donde se incorpore el aspecto técnico constructivo de la obra civil de la Aerovía Durán Guayaquil, tomando como modelo la Estación 4

1.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Presentar la información técnica diseñada y plantear una metodología constructiva.

Proponer un sistema conveniente en el escogimiento de la mano de obra y en la selección de los equipos pesados.

Plantear un esquema adecuado en la elección de los materiales especificados para evitar errores en la llegada de los mismos a la obra.

1.5.- ALCANCE

El desarrollo de este trabajo es muy importante, está dirigido a todos los involucrados en este tipo de obras, como contratantes, diseñadores, contratistas, fiscalizadores y profesionales de la rama en general. Debe recalcar que este Proyecto de Ingeniería es inusual y tiene el carácter de especial.

1.6.- METODOLOGÍA

Recopilación de la información técnica de la Aerovía Durán Guayaquil usando fuentes diarias locales y consultas a profesionales cercanos al proyecto.

Luego de lo indicado, organizar la información necesaria. Se procederá a elaborar la estructuración de la tesis, desde su concepción como proyecto, detallando los procesos a seguir en cada etapa del proceso constructivo del proyecto, así como los aspectos técnicos a tener en consideración en dichas etapas.

En cada etapa del proceso constructivo se detallará los materiales a emplear, dimensiones de elementos, los aspectos importantes a considerar y los sistemas de control de calidad que rigen en las diversas etapas.

Obtener de este trabajo investigativo las debidas conclusiones y posteriores recomendaciones.

1.7.- LIMITACIONES

El presente trabajo abarca lo correspondiente a la obra civil de la estructura principal de la Estación 4, pero no abarcará lo correspondiente a temas eléctricos, electromecánicos y afines. Así mismo, en cuanto al aspecto sanitario será de manera superflua, ya que el desarrollo del trabajo se centrará en la estructura principal.

CAPÍTULO # 2.- MARCO TEÓRICO

2.1.- TRANSPORTE POR CABLES

2.1.1.- HISTORIA

A lo largo de la historia, se ha usado el sistema de transporte por cables para poder movilizar personas, animales y mercancías. En civilizaciones antiguas tales como la oriental y la sudamericana dicho sistema fue ampliamente utilizado. La movilización a través de terrenos montañosos, obligaron al hombre a ver en el cable un método de transporte para solventar aquellos terrenos problemáticos. Es así que nació el funicular, el cual permitió llevar por vía terrestre grandes cantidades de materia prima.

El funicular permitió elevar las pendientes tolerables, lo cual sirvió para llevar el ferrocarril a las montañas, sin embargo, no se podía emplear en todos los sitios. Para dar solución a aquel problema, se concibió el teleférico, el cual sobrevuela los sitios donde las condiciones topográficas no permitían la instalación del funicular.

A principios del siglo XVI apareció en Europa el transporte aéreo por cable, el cual consistía en cuerdas de cáñamo traccionadas manualmente por hombres para llevar personas y materiales a plazas fortificadas.

Desde el siglo XVI hasta el siglo XIX, la creación de los cables de acero y posteriormente del descubrimiento de la incidencia del proceso de trenzado en el incremento de su resistencia, contribuyeron en la mejora continua del transporte por cable. Durante aquella época, se usó dicho medio de transporte principalmente en minas, ya sea para equiparlas y suministrar insumos a los trabajadores de las mismas.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, se empezó a generalizar el uso del transporte por cable. En 1861 se empezó a usar los funiculares para transportar pasajeros en Italia, mientras que el siguiente año sucedió lo mismo en Lyon, Francia.

En 1866, la ciudad de Schaffhausen en Suiza, fue testigo de cómo Ritter construyó el primer teleférico para transporte de pasajeros. Dicho medio de

transporte sirvió para la vigilancia de las turbinas instaladas en el Rhin. Su longitud total era de 101 metros, permitiendo el viaje de 2 personas por canastillas operadas mediante 4 cables portadores, aquel teleférico permaneció activo hasta 1899.

Consecuentemente de aquella construcción, se concibieron obras similares a lo largo del mundo, tal como ocurrió en 1885 en Nueva Zelanda y Estados Unidos, así mismo en 1895 en Lwow el cual en aquellos tiempos pertenecía a Austria, hoy en día es parte de Polonia. (Orro, Novales, Rodríguez, 2003)

El primer teleférico de plano inclinado fue construido en 1907 por Torres y Quevedo en San Sebastián. Aquel medio de transporte estaba conformado por una vagoneta, la cual era puesta en movimiento por 2 cables tractores sostenidos por una línea formada por 6 cables portadores.

Luego de la construcción de aquel teleférico, en los siguientes años se empezó a construir obras de similares características en países como Estados Unidos e Italia.

En Estados Unidos, en 1909 fue construido un teleférico de circuito cerrado en el estado de Colorado, contaba con una longitud de 2.1 km de recorrido y se conformó de 26 vagonetas descubiertas con 4 plazas con dispositivos de acoplamiento. En Italia, en 1911 se construyó en la ciudad de Turín, dos teleféricos horizontales sobre el río Po. (Miravete, Larrode, 2004)

Durante aquella época, transcurría la Primera Guerra Mundial, lo cual produjo que el transporte aéreo por cable fuera en aumento. Su principal razón era porque podía acceder a sitios difíciles para lograr abastecer con medicinas, armamento y comida a sus tropas. En aquel período, se instalaron alrededor de 2.700 teleféricos militares y civiles.

En 1933, el auge del esquí de descenso motivó en el incremento de la construcción de los teleféricos. Dicho deporte se lo practica hasta la actualidad, consta en el descenso de algún nevado desde algún determinado punto. Luego, al estar en una zona más abajo producto del descenso, el telesquí ayudaba a los deportistas a ascender a la cima para poder practicar

aquel deporte nuevamente. Aquellas construcciones se afianzaron en países como Suiza, Francia y Austria.

Durante la Segunda Guerra Mundial, desde el inicio de la guerra en 1939 hasta el final de la misma en el año 1945, los alemanes emplearon los teleféricos abasteciendo a sus tropas para poder combatir en lugares como Noruega, en los Balcanes y en El Cáucaso. De igual manera, los soviéticos y americanos lo emplearon.

En la segunda mitad del siglo XIX, el transporte por cable experimentó un fuerte crecimiento en Europa, Estados Unidos, Canadá, Japón, entre otros países. (Miravete, Larrode, 2004)

En la actualidad es difícil determinar la cantidad de teleféricos que existen en el mundo. De teleféricos con fines de transporte de personas, se estima que existen 3.000 alrededor de todo el mundo, mientras que para transporte de mercancías existen alrededor de 10.000. Dichos números están en constantes cambios, así como la tecnología de los teleféricos que va mejorando con el paso de los años.

Actualmente existen diversos teleféricos que se destacan por ciertas características, tales como los descritos a continuación (Miravete, Larrode, 2004):

a- Teleférico de Mercancías más elevado: Se encuentra entre la frontera de Bolivia y Chile. Sirve para transportar minerales del cráter del Monte Auchanquilcho. El material desciende desde los 6.100 msnm hasta una altitud de 4000 msnm con una longitud de recorrido de 14 km.

b.- Teleférico más largo: Se encuentra en Suecia, entre las ciudades de Kristenberg y Boliden con una distancia de 96 km, pasa sobre terrenos rocosos y pantanosos y cuenta con alrededor de 503 pilones de hormigón.

2.1.2.- TERMINOLOGÍA

Se define al transporte por cable como aquel cuyas instalaciones emplean cables metálicos para constituir la vía de circulación o para transmitir a los mismos esfuerzos motores, ya sean de aceleración o frenado. De la presente

categoría quedan exentos los ascensores, los cuales normalmente se los considera con una división diferente. Existen diferentes tipos de instalaciones, pero generalmente se las categoriza en 3 grandes grupos, las cuales usualmente son objeto a confusión, por lo que se explicará a continuación cada una de ellas.

a.- Funicular: Se define a los funiculares como el medio de transporte, cuyo movimiento de su vehículo ya sea de tracción o frenado se realiza por medio de una cuerda, cable o cadena, generalmente se emplea para vencer grandes pendientes y en terrenos montañosos.



Ilustración 1.- Funicular de la ciudad de Santiago de Chile, Chile.
Fuente: Teleférico Santiago

b.- Teleférico: Se conoce como teleférico al medio de transporte cuyos vehículos son desplazados por medio de cables en suspensión. Su uso se lo realiza principalmente para salvaguardar diferencias notables de altitud. Dentro de esta categoría se abarca generalmente las telecabinas y telesillas.



Ilustración 2.- Teleférico en Santiago de Chile
Fuente: Internet

c.- Telesquí: Se nombra al telesquí al medio de transporte cuyo fin está exclusivamente dirigido hacia los esquiadores, se transporta mediante cables al deportista hasta cierto punto determinado del nevado donde se llega hasta una plataforma o en algunos casos donde cae directamente en el nevado para volver a descender y repetir la actividad.



Ilustración 3.- Telesquí de Cauterets, Francia.
Fuente: Internet

De igual manera, es necesario conocer sobre los tipos de cables que pueden existir en el sistema de transporte aéreo. Principalmente existen 3 tipos de cables:

a.- Cable Portante: Es el cable cuya función es de constituir la vía de circulación y soportar la carga, también es conocido como cable portador.

b.- Cable Tractor: Se conoce como cable tractor o de tracción, al cable cuya función es de transmitir la fuerza para el movimiento.

c.- Cable Transportador: Es el tipo de cable que soporta y transmite la fuerza para el movimiento, se lo conoce también como cable portador – tractor, debido a que realiza las funciones de aquellos cables.

2.1.3.- CLASIFICACIÓN

Al igual que distintos medios de transporte, el sistema de transporte aéreo cuenta con diferentes clasificaciones descritas a continuación.

2.1.3.1.- SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA DE CIRCULACIÓN

Se puede clasificar en:

a.- Aéreo: Entra en la presente clasificación, cuando el vehículo se transporta por un cable suspendido en el aire.

b.- Terrestre: Si los cables descansan sobre carriles o sobre una pista que se apoya sobre terreno natural, incluyendo la nieve.

2.1.3.2.- SEGÚN EL TIPO DE CABLE

a.- Teleféricos Bicables: Es el teleférico que está compuesto por uno o varios cables portantes, por cual el vehículo rueda por medio de los carretes. La propulsión de los vehículos se las realiza por medio del cable tractor.

Es importante recalcar que el término bicable es debido a las dos funciones que tienen los cables, unos realizan la función de soportar la carga, mientras que los otros transmiten la tracción. Es uno de los teleféricos más usados, ya que es resistente a los vientos transversales y permite salvaguardar grandes distancias sin soportes intermedios, ya que el cable portador suplente la función de los mismos.

Los vehículos, también llamados cabinas, son cerradas y permiten que gran parte de sus ocupantes viajen sentados, por lo general la capacidad máxima de las cabinas es de 17 personas con una velocidad máxima de 7.5 m/s. En cuanto a sus estaciones, aquellas deben ser grandes y deben tener ciertas consideraciones a tener en cuenta. Entre las principales están, que el suelo de las mismas debe estar alejado lo suficiente del cable portante, debe haber una suficiente separación entre el suelo y las cabinas y por lo general se construye una especie de fosos donde las cabinas llegan, así permiten el fácil acceso a los ocupantes.

Sus apoyos, también llamados pilonas, son de vital importancia y de ellas depende el paso del teleférico.

Su capacidad máxima es de 4.000 personas/hora/dirección y se limita por lo general sus vanos a 1.500 m de longitud.



Ilustración 4.- Teleférico bicable de Grenoble, Francia.
Fuente: Internet

b.- Ferrocarriles Funiculares: Es el medio de transporte en el cual existen uno o varios cables tractores que transmiten la fuerza para lograr el movimiento de los vehículos. Está constituido por dos vehículos unidos entre sí por un cable tractor. Por lo general, poseen una polea motora en una estación superior a la línea y una polea pasiva en la estación inferior, por lo que mientras el cable tractor es trasladado hacia arriba por la polea motora, la parte inferior desciende controladamente debido a que la polea pasiva no ofrece resistencia alguna al movimiento. No es recomendable cuando existen pendientes positivas y negativas simultáneamente. Se ha empleado para satisfacer ángulos de inclinación de 62° con respecto a la horizontal.

Existen 2 tipos de poleas en el presente sistema, los cuales son las verticales que por lo general se emplean para movimientos rectilíneos y los inclinados que sirven para poder girar los cables en curvas.

Por temas económicos, las vías de lo funiculares se los realiza de 1 carril. Pero al usarse 2 vehículos que, por efectos del cable previamente explicado, se impactarían en algún punto de la vía. Para evitar dicho percance, es habitual un desbordamiento en la mitad del recorrido, así permite el paso libre de los vehículos sin ocasionar algún accidente.

Algunos datos curiosos del presente medio de transporte es que sus vehículos como superan pendientes elevadas, se los realiza escalonados, de igual forma se la realiza la estructura que vaya a recibir a los vehículos.

Existen algunas limitaciones para el funicular, ya sean las pendientes muy elevadas, así como limitaciones en longitudes debido a que ocasionarían que el cable sea muy pesado ocasionando problemas de carga y de dilataciones térmicas considerables.



Ilustración 5.- Ferrocarril de Kiev, Ucrania
Fuente: Internet

c.- Teleféricos Monocables: Es un tipo de teleférico donde solamente existe el cable transportador, el cual como se explicó previamente realiza las funciones del cable portante como del cable tractor. La cabina se conecta al cable mediante una mordaza, así mismo todas las partes del apoyo de la cabina deben ser móviles ya que los mismos son los que transmiten los esfuerzos del cable.

La infraestructura necesaria permite limitar el impacto sobre el suelo. La capacidad máxima del teleférico monocable es de 3.200 personas/horas/dirección. La capacidad máxima de las cabinas es de 10 personas, con vanos libres máximos entre apoyos de 300 m, a una velocidad máxima de 6 m/s.

Por lo general su uso se lo emplea cuando la demanda de pasajeros no excede las 3.200 personas/horas, el presupuesto es limitado y no se debe sobrepasar obstáculos naturales o artificiales de grandes altitudes. Así mismo, existen 3 clasificaciones o variantes de los Teleféricos Monocables.

1.- Teleféricos Monocables Dobles: Aquellos teleféricos cuentan con 2 cables transportadores. Dicha tecnología les da mayor estabilidad a las cabinas, así mismo permiten superar vientos de 100 – 120 km/h. Su capacidad máxima es de alrededor 4.000 personas/hora/dirección, sus cabinas permiten transportar un promedio de 30 pasajeros a una velocidad de 8 m/s.

Sus vanos libres por lo general van espaciados 800 m. Por lo general se emplean en lugares donde existe vientos fuertes, la principal limitación de los mismos es el gasto energético que producen.



Ilustración 6.- Teleférico monocable doble Val Thorens, Francia.
Fuente: Internet

2.- Telecabinas y Telesillas: Están constituidos por un solo cable transportador. Las cabinas pueden estar unidas permanentemente al cable, ya sea para el transporte de personas o temporal, ya sea para transporte de mercancías. Por lo general las cabinas tienen capacidades entre 4 a 12 personas.

El número de cabinas o sillas puede oscilar entre 20 y 70. Las estaciones permiten que las cabinas lleguen en forma horizontal. Las torres de apoyos intermedias por lo general son de perfiles tubulares metálicos. Usualmente son adecuados cuando se requieren capacidades altas de transportes, por lo general se usan en centros deportivos de invierno y turismo en ciudades.



Ilustración 7.- Telesillas de estación Baquiera Beret, España.

Fuente: Internet

2.1.3.3.- SEGÚN EL TIPO Y SENTIDO DE MOVIMIENTO

a.- Movimiento Reversible o de Vaivén: Se conoce como teleféricos de vaivén al sistema que posee dos vehículos que se mueven simultáneamente en sus respectivas líneas, pero en direcciones opuestas, conectados al mismo cable de tracción. Las instalaciones de las estaciones son menos complejas.

Uno de sus principales inconvenientes es que la capacidad de sus vehículos se va reduciendo a medida que va aumentando la longitud de la línea.

Existen dos tipos de teleféricos de vaivén, los que poseen una sola línea (*to and fro*) y los que poseen 2 líneas paralelas (*jig-back*).



Ilustración 8.- Teleférico vaivén

Fuente: Internet

b.- Movimiento de Va o Ven: Es un tipo de teleférico que, a diferencia del movimiento de vaivén, posee dos líneas tractoras que funcionan independientemente de la otra. Entre sus principales cualidades se menciona que, en caso de avería, la otra línea puede acudir en ayuda, aunque implica de igual forma una inversión más alta que el teleférico de vaivén normal.

c.- Movimiento Unidireccional: La característica principal es que la dirección del movimiento nunca cambia en condiciones normales, existen 2 sub clasificaciones para dicho movimiento.

1.- Instalaciones de movimiento continuo: El cable tractor o transportador circula a velocidad constante. Los vehículos pueden estar unidos perennemente al cable, e incluso acoplarse o desacoplarse al mismo, aquel tipo de vehículo se lo conoce como vehículos desembragables.

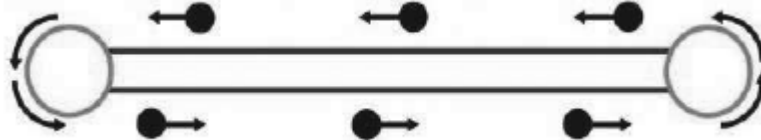


Ilustración 9.- Esquema de movimiento circulante

Fuente: Ministerio de Transporte, Colombia.

2.- Instalaciones de movimiento intermitente: A diferencia del movimiento continuo, la velocidad de dicho tipo de vehículos cambia intermitentemente o periódicamente, dependiendo de la posición en la que se encuentren. Por ejemplo, si transcurren sobre los soportes su velocidad disminuye, en cambio al llegar a las estaciones se van a detener.

Se los conoce también como Teleféricos Pulsantes o Pulsados. Por lo general están dispuestas en grupos de hasta 5 cabinas, si se utilizan cabinas no desembragables, se construyen estaciones intermedias separadas equidistantemente entre las siguientes estaciones terminales para evitar que se detengan demasiadas cabinas en la línea.

El tramo debe ser en línea recta, ya que no se puede cambiar el eje de la línea en las estaciones intermedias. El sistema se detiene usualmente cuando el grupo de cabinas llega a la estación para realizar la descarga y carga de los pasajeros, este procedimiento se lo realiza sin soltar las pinzas. El principal inconveniente es que la capacidad disminuye cuando aumenta el recorrido del sistema, por lo que no es recomendable tener capacidades elevadas con tramos extensos.



Ilustración 10.- Teleférico pulsados
Fuente: Internet

2.1.3.4.- SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULOS

a.- Abiertos: Dentro de los vehículos abiertos pueden clasificarse las sillas y las góndolas abiertas, las últimas usualmente son utilizadas para el uso de pasajeros que permanecen de pie.



Ilustración 11.- Vehículo Abierto
Fuente: Internet

b.- Cerrados: Los vehículos que califican para dicha clasificación principalmente son las góndolas y las cabinas.



Ilustración 12.- Vehículo cerrado
Fuente: Internet

c.- Agrupados: Son vehículos que van unidos a los cables uno junto a otro, pero sin unión directa entre las cabinas, entre los principales se encuentran los teleféricos de grupo.



Ilustración 13.- Cabinas agrupadas

Fuente: Internet

d.- Con Vehículos Automotores: Se emplean como vehículos de socorro para teleféricos de vaivén o con fines turísticos. Poseen la particularidad de tener un motor instalado en el vehículo y transmisión hidráulica para el accionamiento de ruedas del carretón y del cable portante.

2.1.3.5.- SEGÚN EL TIPO DE UNIÓN DEL VEHÍCULO AL CABLE DE TRACCIÓN.

a.- Permanente: La unión del vehículo al cable se mantiene en la línea, además durante la permanencia de los vehículos en las estaciones. Se los conoce también como instalaciones de pinza fija. Son usados ampliamente, ya sea en el movimiento reversible el cual están fijos permanentemente al cable tractor.



Ilustración 14.- Sistema de Pinza Fija
Fuente: Internet

b.- Temporal: La unión del vehículo se la realiza al momento de la salida del vehículo de la estación y se hace su liberación o desacople al momento de llegada del vehículo a otra estación diferente. La conexión temporal se la realiza directamente sobre el cable tractor o sobre los dispositivos fijos que unen al cable tractor con las cabinas.

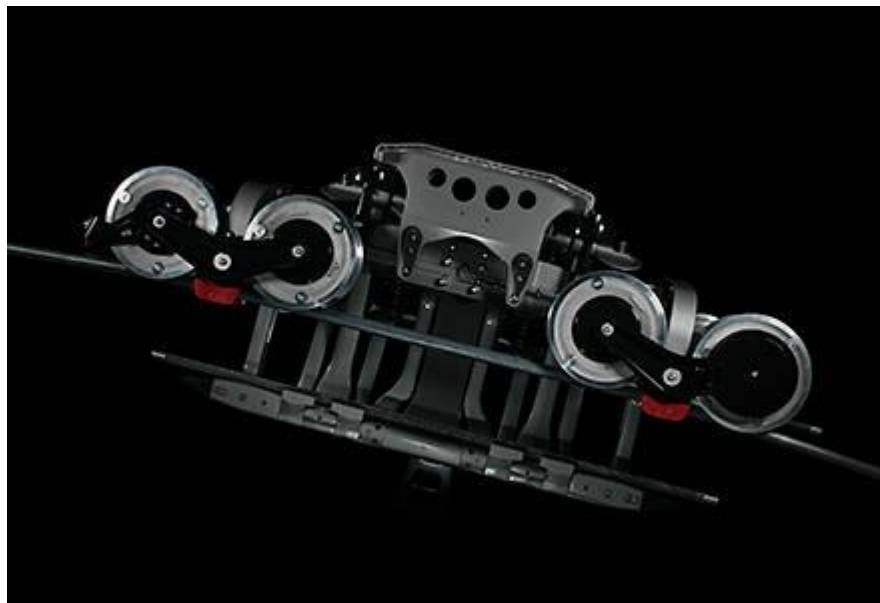


Ilustración 15.- Dispositivo típico de desembrague de cabinas
Fuente: Internet

2.1.3.6.- SEGÚN EL OBJETO DEL TRANSPORTE

a.- Mercancías: Cuando los teleféricos son de uso netamente para el transporte de materia prima y de productos naturales, industriales, agrícolas o de cualquier índole.



Ilustración 16.- Teleférico de mercancías en Apiaí, Brasil

Fuente: Internet

b.- Personas: Cuando los teleféricos se emplean solo para el transporte de personas.

c.- Mixtos: Cuando los teleféricos se emplean tanto para el uso de materia prima como de personas.

2.1.3.7.- SEGÚN LA FINALIDAD DEL TRANSPORTE

Si el objeto de transporte son materiales, se clasifican en:

a.- Transporte del material en diferentes lugares de trabajo: Es empleado generalmente al inicio del proceso de manufacturación del producto, ya sea para transportar materia prima hacia el lugar de producción o al final de la cadena de manufacturación para llevar el producto terminado hacia centros de depósitos. Por lo general, se lo usa como forma de transporte interno en el sector industrial.

b.- Transporte de mercancías entre estaciones terminales de otros sistemas de transporte: Existen de conexiones entre distintos medios de transporte, el caso más frecuente es la conexión entre un puerto con un nudo ferroviario. Tal conexión tiene carácter estable y posee regularidad de carga.

c.- Transporte de materiales desde el fondo del valle hasta talleres ubicados en la montaña: Es usual en construcciones de presas y de instalaciones de

cables para transporte de personas. Se caracterizan por poseer variedad de carga.

d.- Transporte al valle de los productos de la montaña: Son instalaciones temporales, de instalaciones simples que tienen como objetivo transportar materiales como madera.

Si el objeto del transporte son personas, se clasifican en:

a.- Enlaces de Tipo Urbano: Tiene como finalidad unir barrios de un mismo núcleo urbano, lugares habitados aislados a las carreteras y vías férreas del fondo del valle.

b.- Turísticas: Se caracteriza por potenciar la atracción turística de los lugares no tan asequibles o transitables por diferentes medios de transportes.

c.- Deportivas: Principalmente comprenden al esquí, incluso como se explicó previamente es debido a aquel deporte que se empezó a generalizar su uso.

d.- Laboral: Se reduce enormemente el tiempo de traslado al lugar de trabajo de obreros principalmente en presas, trabajos en montañas, explotación de minas y de instalaciones de cables.

e.- Militares: El uso más común para los que se empleó fue para abastecer a las tropas de diferentes naciones durante guerras libradas alrededor del mundo, tales como la Primera Guerra Mundial y la Segunda Guerra Mundial, donde se empleó para abastecer de comida y armamento a las tropas.

2.1.4.- ELEMENTOS PRINCIPALES

2.1.4.1.- CLASIFICACIÓN DE ESTACIONES

ESTACIONES TERMINALES

En las estaciones terminales, todos los usuarios desembarcan y las cabinas retornan en dirección contraria. Para poder gestionar bien el tema de embarque y desembarque, aquellas acciones serán realizadas en andenes diferentes. En aquellas estaciones se localizan los motores del sistema de

cable, así como el taller para el estacionamiento y mantenimiento de las cabinas.

Así mismo en aquella estación se prevé que esté la cadena cinemática que genera el movimiento del sistema: el motor eléctrico, el reductor, elementos de transmisión, motor de emergencia, entre otros, así mismo se ubica en ella una de las poleas que genera el movimiento. Esta estación normalmente es de mayor tamaño ya sea para coordinar más eficientemente las labores de operación y mantenimiento del sistema, es una buena costumbre ubicar en aquella estación el garaje de las cabinas del sistema. (A&V Consultores, 2015)

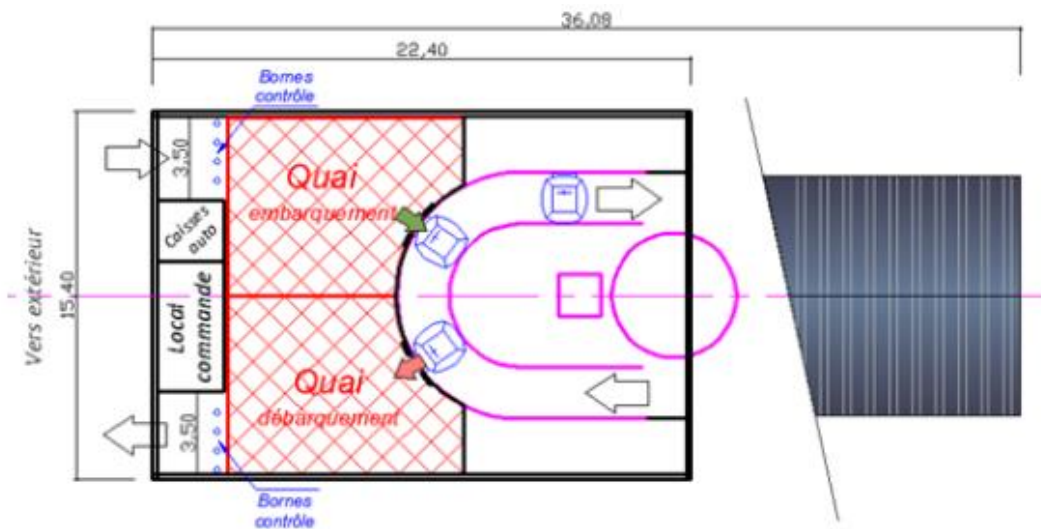


Ilustración 17.- Esquema de estaciones terminales
Fuente: A&V Consultores

ESTACIONES INTERMEDIAS

En aquellas estaciones, los usuarios poseen la posibilidad de desembarcar en dicha estación o continuar el trayecto hacia otra estación. Por lo general, aquellas estaciones son organizadas en 2 o 3 niveles, aquellas pueden desviar el sentido del sistema en cierto ángulo o pueden continuar con la misma dirección que poseían antes de entrar a la estación. (A&V Consultores, 2015)

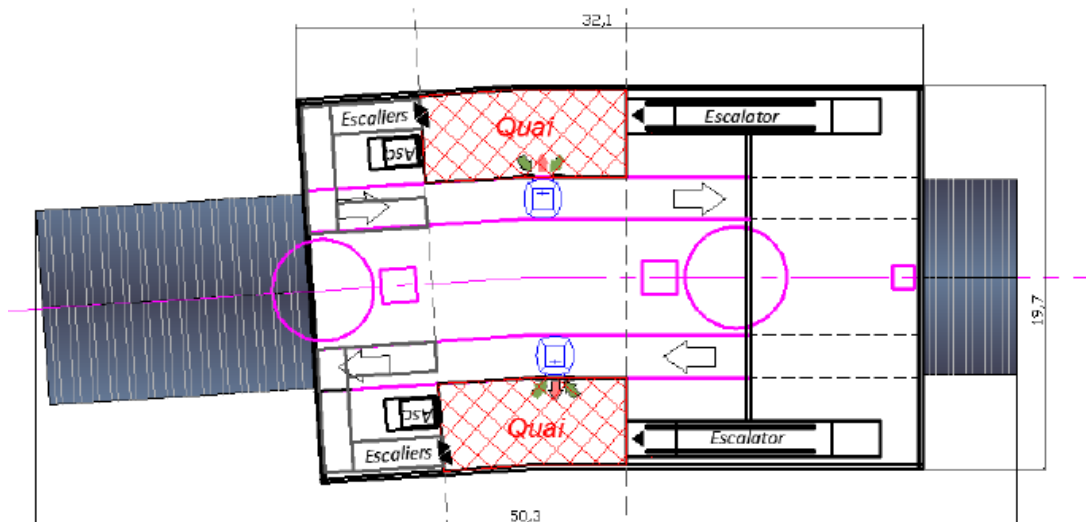


Ilustración 18.- Esquema de estaciones intermedias
Fuente: A&V Consultores

ESTACIONES TÉCNICAS

Su función es primordialmente la de mantenimiento de equipos y la de permitir un cambio de dirección lo cual no puede ser realizado en pilonas normales, sino exclusivamente en estaciones, así mismo en aquella estación se instalará otro motor que dará movimiento a la estación.

2.1.4.2.- CLASIFICACIÓN DE PILONAS

Las pilonas, también conocidas como torres de sostenimiento, son los elementos que sirven de soporte del cable en la línea. Posee balancines dotados con poleas los cuales sirven como guía al desplazamiento libre y suave del cable el cual permite el movimiento del vehículo.

PILONAS DE CELOSÍA

Las pilonas de celosía son estructuras conformadas por entramados metálicos, de concepción geométrica similar a las usadas en las torres de transmisión eléctrica.



Ilustración 19.- Pilonas de celosía
Fuente: Internet

PILONAS TUBULARES

Son formadas por perfiles de acero de sección circular hueca, se lo fabrica por secciones las cuales son unidas por medio de soldadura o algún otro sistema de unión.



Ilustración 20.- Pilonas tubulares
Fuente: Internet

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE PILONAS

Sensores de descarrilamiento: Son elementos que permiten conocer cuando el cable se sale de las poleas por acciones de fuerzas externas, de allí envían señales al sistema para que detenga su movimiento inmediatamente.

Escaleras para mantenimiento: Se concibe para dar mantenimiento detallado a las pilonas, por seguridad no deben llegar directamente al suelo sino a un nivel asequible únicamente mediante algún equipo como grúas o algún sistema de elevadores.

Balancines: Son elementos articulados dotados de poleas que permiten el desplazamiento libre del cable. Deberán existir en cada una de las torres y estaciones, los balancines deberán contener dispositivos que eviten el descarrilamiento del cable, al igual que dispositivos que permitan manejar la pérdida de una polea sin consecuencia para el cable y de desmontaje rápido.



Ilustración 21.- Balancines
Fuente: Internet

Anemómetro: Es un instrumento de medida de la velocidad del viento, la cual es fundamental debido a las afectaciones que puede generar en las cabinas. Aquellos elementos se ubican en los sitios más críticos tales como en pilonas

y en las estaciones, las cuales envían la información recopilada a centros de monitoreo.



Ilustración 22.- Anemómetro
Fuente: Internet

CADENA CINEMÁTICA

Está compuesta por todos los dispositivos móviles del sistema que otorgan el movimiento a las cabinas, entre sus partes más importantes se encuentran:

Motor Principal: Está ubicado en la estación motriz, es un elemento de potencia el cual se encarga de dar el movimiento al sistema a través de reductores y acoples. En instalaciones de gran potencia se usan motores de corriente directa, mientras que en más pequeñas se usan motores de corriente alterna.

Reductor: Es un equipo que permite adaptar la velocidad estándar de salida del motor a la velocidad del sistema requerido.

Polea Motriz: Está ubicada en la estación motriz, es un elemento de fabricación metálica el cual tiene como función transmitir al cable la potencia generada por el motor.

Motor auxiliar de rescate: Su función es de proporcionar potencia al sistema que permite la evacuación de los pasajeros en caso de existir alguna eventualidad, ya sea de tipo eléctrico o de averías en el motor principal.

Frenos: Se encuentran ubicados en las poleas motrices, su función es de limitar la velocidad de funcionamiento del sistema o de detener al mismo.

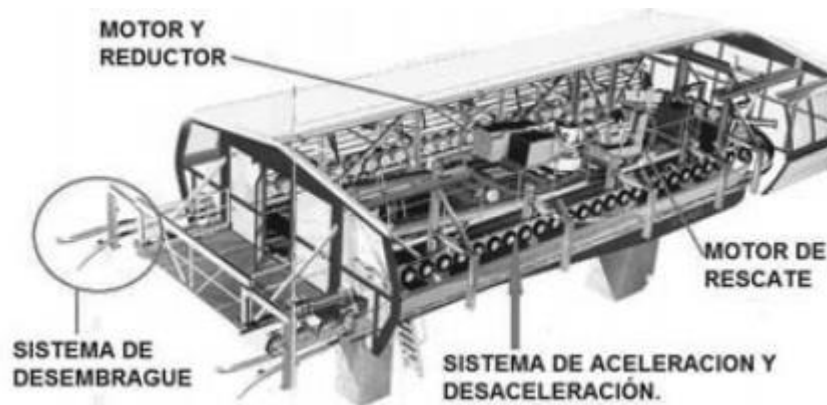


Ilustración 23.- Esquema de cadena cinemática
Fuente: Ministerio de Transporte, Colombia.

2.2.- TRANSPORTE AÉREO POR CABLES EN PAÍSES SUDAMERICANOS

El desarrollo de transporte aéreo por cable se ha desarrollado en diversos países alrededor del mundo. Para efectos comparativos, se presenta a continuación los principales sistemas de transporte aéreo en países sudamericanos que poseen características socio culturales, económicas y políticas similares en cierta forma a las que se posee en Ecuador, con el fin de ver de qué manera impactó en aquellos países la implementación de dicho sistema de transporte.

2.2.1.- COLOMBIA

El más icónico sistema de transporte aéreo en dicho país se encuentra en la ciudad de Medellín. El Metrocable de Medellín fue el primer sistema de transporte aéreo por cable utilizado para el transporte urbano con estaciones intermedias. El desarrollo desorganizado en las laderas del Valle de Aburrá necesitaba una solución diferente al ferrocarril y que sea económicamente viable para sus habitantes. Así fue como nació la idea de usar cables para

transportar pasajeros. El proyecto fue poco creíble y descabellado para la opinión pública, tanto así que trabajadores del proyecto realizaban apuestas sobre si luego de la apertura las personas lo usarían. Aquel proyecto empezó con los estudios de factibilidad en 1979 y culminó con la apertura de la primera línea en julio del 2004.

El principal inconveniente fue de encontrar una empresa con experiencia suficiente en tecnología de cable aéreo y que estuvieran interesadas en realizar un sistema para transporte urbano con estaciones intermedias donde el sistema funcione sin interrupciones. La empresa ganadora fue la empresa francesa Poma. Dicha empresa se dedicaba a la construcción de aquellos sistemas con fines deportivos usados en esquí. A partir del gran éxito en Medellín, Poma desarrolló una línea especial para el transporte urbano con cable aéreo.

La primera línea recibió el nombre de Línea K. Cuenta con una longitud de 2.07 km con un tiempo de recorrido de 9 minutos a una velocidad de 18 km/h. Posee 4 estaciones, dos de ellas con integración a otras líneas. Su pendiente promedio es de 20%, cuenta con 93 telecabinas que se elevan hasta una altura máxima de 33.6 msnm. Luego de 4 años se decidió construir una línea nueva llamada Línea J. Fue inaugurada el 3 de marzo del 2008, posee una longitud de 2.7 km. Posee 119 telecabinas con un tiempo de recorrido de 12 minutos a una velocidad de 18 km/h.

Tiene un total de 4 estaciones, con 1 estación con integración a otra línea. En cuanto a ciertos datos de dicha estación, posee una pendiente promedio de 12% elevado a una altura máxima de 35 msnm apoyado en 31 pilonas. Al observar que se obtuvo una buena acogida de las personas, en el año 2010 se abrió una línea turística con el nombre de Línea L. Su longitud total es de 4.6 km, cuenta con 55 telecabinas que recorren en 12 minutos su recorrido a una velocidad de 18 km/h. Posee 2 estaciones, 1 de ellas con integración a otra línea. Su pendiente promedio es de 15% a una altura máxima de 27 msnm apoyado sobre 23 pilonas.

Para satisfacer la demanda de tráfico, se decidió construir otra línea llamada Línea H. Fue inaugurada el 17 de diciembre del 2016. Su longitud total es de 1.4 km. Tiene un total de 44 telecabinas con un tiempo de recorrido de 5 minutos a una velocidad de 18 km/h. Posee 3 estaciones con una pendiente promedio de 14%, aparte de las estaciones antes mencionadas, actualmente se está construyendo otra línea llamada Línea M, la cual se espera su culminación para el año 2019. (Las 2 Orillas, 2018)

Es importante recalcar que el sistema de metrocable tuvo una gran acogida debido a su integración otros sistemas de transporte con el tranvía y buses de tránsito rápido.



Ilustración 24.- Metrocable de Medellín, Colombia.
Fuente: Internet

2.2.2.- VENEZUELA

En el año 2006 el gobierno planteó la idea de construir una red de teleféricos para los sectores más pobres de la ciudad, San Agustín, ubicado en las montañas de Caracas. Así fue como se concibió el Metrocable de Caracas. La construcción de la primera fase llamada Metrocable de San Agustín – Parque Central, fue realizada por Odebrecht junto a la empresa Doppelmayr, encargada de la parte de montaje de cabinas. La inauguración oficial fue el 10

de enero del 2010. Dicha línea presenta 5 estaciones. Su extensión total es de 1.8 km, posee 54 cabinas apoyadas en 12 pilonas.

Luego de la realización de aquella línea, se construyó el Metrocable de Mariche, la cual redujo el tiempo inicial de 2 horas a 17 minutos entre Mariche y la parte baja de Petare. Posee 2 estaciones, las cuales permiten el intercambio con las rutas de transporte público convencional y con el metro de Caracas. Su longitud total es de 4.8 km, poseen 144 cabinas apoyadas sobre 32 pilonas.

En el año 2016, se empezó la construcción de una nueva línea, llamada Metrocable La Dolorita, el cual está vinculado al Metrocable Mariche. Dicha línea contaría con 3 estaciones. Su longitud total será de 3.6 km, poseerá 116 cabinas apoyadas sobre 24 pilonas. Inicialmente estaba programado construir 5 líneas, pero debido a ciertos inconvenientes ocurridos en Venezuela, los cuales se evita entrar en detalle, solo se han completado 2 líneas, las cuales han sido previamente mencionadas. (Informe 21, 2016)



Ilustración 25.- Metrocable de Caracas, Venezuela.
Fuente: Internet

2.2.3.- BRASIL

El teleférico Complexo do Alemão está ubicado en Río de Janeiro, fue el primer sistema de transporte por cable en dicho país. Posee 6 estaciones, con una longitud total de 3.5 km de extensión. Fue inaugurado oficialmente el 7 de julio del 2011, sobre una de las favelas más peligrosas de todo Brasil. Posee 152 góndolas con capacidad de 10 personas cada una.

Se tomó como referencia el Metrocable de Medellín, de igual forma 1 de sus estaciones realizaba integración con el sistema de trenes de la ciudad. El costo total del proyecto fue de 134 millones de dólares. Dicha construcción permitía comunicar en 15 minutos los barrios de Bonsucesso, Adeus, Baiana, Alemão, Itararé y Palmeira, las cuales conforman la mitad del Complexo do Alemão. A nivel de países sudamericanos, Brasil fue el segundo país en contar con un sistema de transporte aéreo suspendido, el primero fue en Colombia en la ciudad de Medellín.

En el tiempo que pasó abierto, transportó a 9 mil personas por día, sin embargo, en el año 2016 se paralizó las actividades del teleférico. Las causas mencionadas fueron la falta de pago por parte del estado al consorcio y ciertos daños en los cables tractores del sistema. Inicialmente, el teleférico estaría paralizado por alrededor de 6 meses, sin embargo, por temas económicos no se lo realizó acorde a su planificación. Actualmente solo se puede apreciar las estaciones abandonadas. (La Nación, 2011)



Ilustración 26.- Teleférico Complexo do Alemão

Fuente: Internet

2.2.4.- ECUADOR

Aunque aún no existan teleféricos con fines de transporte masivo, existe un teleférico con fines turísticos que es ampliamente reconocido a nivel nacional. El teleférico de Quito fue inaugurado el 24 de mayo del 2005, está ubicado en las estribaciones del volcán Rucu Pichincha. Su plataforma motriz está ubicada a 3117 msnm y asciende hasta Cruz Loma ubicada a 3947 msnm, el cual lo hace uno de los teleféricos más altos de Sudamérica. El teleférico de tipo monocable cuenta con 18 cabinas, cada una con una capacidad de 6 personas. Las pilonas son de secciones tubulares huecas.

El recorrido del trayecto es de aproximadamente 2.5 km, con un tiempo de viaje aproximado de 18 minutos. El costo del sistema del teleférico fue de 5.5 millones de dólares mientras que la construcción del parque de diversiones, Vulcano Park, tuvo un costo de aproximadamente 10 millones de dólares. Los encargados de la construcción del sistema del teleférico de Quito, fueron los mismos que construirán la Aerovía en Guayaquil.



Ilustración 27.- Teleférico de Quito

Fuente: Internet

Debido a una serie de problemas, las cuales se evita entrar en detalle, no se ha podido alcanzar la cifra de esperada de turismo. Acorde Galo Hidalgo (El

Comercio, 2015), el proyecto no ha sido rentable y lo que ha servido como soporte, ha sido el parque de diversiones Vulcano Park.

El objetivo principal de su concepción es de fines turísticos, entre las actividades que se pueden realizar se encuentran senderismo, parapente, ciclismo, escalada, entre otras actividades.

2.2.5.- BOLIVIA

La Paz cuenta con una topografía marcada por montañas, la cual dificulta en gran medida la construcción de nuevas carreteras para satisfacer el crecimiento de la ciudad. El teleférico de Bolivia fue construido para unir las ciudades de La Paz y El Alto. Es conocido también como Mi Teleférico, fue inaugurado oficialmente el 30 de mayo del 2014 con la Línea Roja. Dicha línea cuenta con 3 estaciones de una longitud total de 2.4 km con un tiempo de recorrido medio de 10 minutos, luego de unos meses, el 15 de septiembre del 2014 entró en funcionamiento la Línea Amarilla, la cual posee 4 estaciones con una longitud total de 3.9 km con un tiempo de recorrido de 14 minutos. Posteriormente, el 4 de diciembre del 2014 se inauguró la Línea Verde. Aquella línea posee 4 estaciones con una longitud total de 3.7 km, con un tiempo de recorrido aproximado de 17 minutos.

El 3 de marzo del 2017, fue inaugurada la Línea Azul. Aquella línea está equipada con wifi gratis y con cámaras de seguridad en todas sus cabinas. Se estima que transporta diariamente alrededor de 30.000 personas. Cuenta con 5 estaciones que poseen una longitud total de 4.9 km, las cuales tienen un total de 208 cabinas soportadas sobre 38 pilonas.

El 29 de septiembre del 2017, fue inaugurada la Línea Naranja, su longitud total es de 2.6 km que podrán ser recorridos en 10 minutos, cuenta con 127 cabinas en sus 4 estaciones. (La Razón, 2017)

El 24 de marzo del 2018 fue inaugurada la Línea Blanca. Posee 4 estaciones con una longitud de 2.9 km de longitud con un tiempo de recorrido de 13 minutos. Transportará a 3.000 pasajeros por hora y sentido en 131 cabinas, está apoyado por 26 pilonas.

El 14 de julio del 2018 fue inaugurada la Línea Celeste. Tiene una extensión de 2.6 km con un tiempo de recorrido de 12 minutos. Posee 155 cabinas soportados sobre 26 pilonas que transportarán alrededor de 4.000 pasajeros por hora y sentido.

La Línea Morada fue inaugurada el 28 de septiembre del 2018, cuenta con 189 cabinas en las 3 estaciones que posee. Su longitud total es de 2.3 km, cuenta con una capacidad de 4.000 pasajeros por hora en cada sentido, viajando a 6 m/s siendo la línea más rápida de todas. Actualmente están en marcha 2 líneas más, la Línea Café y la Línea Plateada.

Como curiosidad en el presente año fue galardonado con un Record Guinness por ser la red más extensa del mundo con aproximadamente 30 km sobre una altitud de 3.600 a 4.000 metros sobre el nivel medio del mar. (The Gondola Project, 2017)



Ilustración 28.- Teleférico de La Paz, Bolivia.

Fuente: Internet

Así como las características presentadas previamente, es necesario presentar las características más relevantes sobre la Aerovía Durán Guayaquil, las cuales se presentarán a continuación.

CAPÍTULO # 3.-GENERALIDADES DEL PROYECTO AEROVÍA DURÁN GUAYAQUIL

3.1.- TRAYECTORIA

El proyecto de la Aerovía se lo realizará en 2 etapas de acuerdo a los estudios de factibilidad realizados, la alternativa ganadora fue la Alternativa 21, la cual conecta las ciudades de Samborondón y Duran con Guayaquil, sin embargo, a corto plazo se realizará la Alternativa 23 en una primera etapa, la cual une Durán con Guayaquil, para luego unir con Samborondón en una segunda etapa y así realizar la Alternativa 21 previamente explicada.

La primera etapa consiste en la construcción desde Guayaquil hasta Durán con 4 estaciones de pasajeros y 1 estación técnica.



Ilustración 29.- Alternativa 23

Fuente: A&V Consultores

La segunda etapa corresponderá desde Guayaquil hasta Samborondón con 1 estación de pasajeros y 1 estación técnica.



Ilustración 30.- Alternativa 21

Fuente: A&V Consultores

La Aerovía partirá oficialmente desde la Estación 01, ubicada en la intersección de la Av. Quito y la Av. 9 de Octubre, luego transcurrirá hacia la Estación 02, la cual se encuentra ubicada en la calle Julián Coronel, a la altura de Lorenzo de Garaycoa y Boyacá. Continuará hacia una estación técnica, la cual se la conoce como Estación 03, ubicada en el Cerro del Carmen, de allí se dirigirá hasta la Estación 04, conocida como Estación “Los 4 Mosqueteros”, para luego cruzar el río y llegar hasta la Estación 05, ubicada en el Malecón de Durán. Entre la Estación 01 y la Estación 03, habrá una longitud aproximada de 1139 metros, con un desnivel ascendente promedio de 6.5 metros, entre la Estación 03 y la Estación 04 habrá una longitud aproximada de 654 metros con un desnivel descendente de aproximadamente 3 metros. Entre la Estación 04 y la Estación 05 habrá una longitud aproximada de 2242 metros y un desnivel descendente promedio de 12 metros.

Poseerá una longitud aproximada de 4100 metros, con un tiempo de recorrido de 15 minutos. El costo del pasaje será de aproximadamente 70 centavos.

	Durán	Malecón 2000	Julián Coronel	Parque Centenario
Durán		7'54"	12'54"	15'00"
Malecón 2000	7'54"		5'00"	7'42"
Julián Coronel	12'54"	5'00"		2'42"
Parque Centenario	15'00"	7'42"	2'42"	

Ilustración 31.- Tiempo de recorrido

Fuente: A&V Consultores

En la estimación de la demanda, de acuerdo a los estudios de factibilidad del proyecto la carga a mediano y a largo plazo (2040), fueron de 1800 y 2400 personas por hora por sentido, por lo que la mejor opción de acuerdo a las demandas estimadas fue la telecabinas monocable.

Cabe recalcar que el trazado se lo realizó llegando al Parque Centenario por la Av. Quito, esto se lo realizó debido a que la Av. Pedro Moncayo tiene un menor ancho, por lo que quizás afecte a la capacidad vial de la misma, sin embargo, podría desviarse hacia dicha avenida si los impactos no son mayores.

3.2.- CABINAS

La capacidad de las cabinas deberá ser de 10 personas, mínimo de 8 personas sentados. Su diseño deberá ser ergonómico y debe permitir el acceso a personas con algún tipo de discapacidad física. La altura mínima de la cabina debe ser de 1.90 metros de alto, con ventilación de aire por cabina, con iluminación adecuada para los horarios nocturnos. En cuanto a su seguridad debe existir mecanismos automáticos de apertura y cierre de puerta, evitando algún percance en caso de que se desee abrir la puerta desde el interior de la misma, así mismo habrá cámaras de seguridad en cada cabina. Contarán con un sistema de pinzas desembragables, las cuales al momento de ingresar a las estaciones se desembragarán para conectarse a un riel con el objetivo de ralentizar el movimiento para el desembarque de las personas, para luego volverse a conectar al cable para seguir con su recorrido.

Las características presentadas en los estudios de factibilidad son las siguientes:

- Tiempo de parada en estaciones de 25 segundos como máximo.
- La velocidad de las cabinas será de 5.5 m/s.
- La aceleración o desaceleración de las cabinas es de 0.8 m/s².
- Operación diaria de 18 horas.

Las cabinas deben poseer un sistema de suspensión para evitar golpes en las partes metálicas que la componen y deben poseer cristales con filtro de protección para los rayos UV, para evitar el deterioro de las cabinas y proteger a los usuarios, sistema de sonorización interna para permitir la difusión de mensajes desde el Puesto de Control a los vehículos, en cuanto al tema de accesibilidad contarán con acceso libre a internet en cada cabina. El número de cabinas acorde a los estudios de factibilidad es de 134 cabinas, sin embargo, se instalarán 154 cabinas, el tipo de cabinas que cumplen con los requerimientos previamente mencionadas serán de tipo Diamond 10 fabricado por Poma.



Ilustración 32.- Modelo de cabinas a emplearse en Aerovía
Fuente: Internet

Las características principales de aquella cabina son que permiten tener una capacidad de 2600 personas por hora y por dirección por lo que permitirá cubrir la demanda hasta el horizonte de planificación, su velocidad será de 5 m/s y la distancia de separación con respecto a las cabinas consecuentes es de aproximadamente 69 m. En lo que respecta al cable, el mismo será de 52 mm de diámetro en forma de torón, pero a con una característica en especial, la cual será que por el medio del cable tractor irán cables de fibras ópticas para la intercomunicación de cada estación.

3.3.- SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN

Los principales riesgos presentes en Guayaquil son de carácter meteorológico, así como el diseño sísmico. En cuanto a maquinarias, los motores eléctricos deben funcionar de manera independiente, para los cuales un grupo de generadores podrán sustituir la red normal. De igual manera el ancho de vía, o la distancia que separa a los dos sentidos del cable tractor es de 6.10 metros.

Otro riesgo de suma importancia es el de incendios, para aquello se dio ciertas medidas de seguridad de las cabinas con respecto a edificaciones, de igual manera respecto a los bosques.

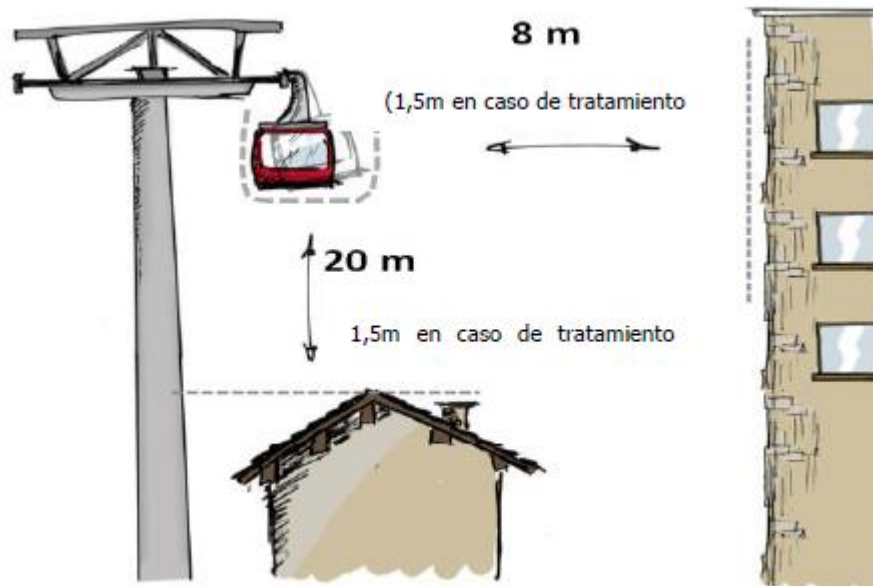


Ilustración 33.- Distancias de seguridad para operación de cabinas
Fuente: A&V Consultores

3.4.- ESTRUCTURA

3.4.1.- CIVIL

El proyecto contará con 27 pilonas, se comprende por pilonas a las estructuras o torres que soportarán el cable fuera de las estaciones. Las pilonas existentes en las 5 estaciones que existirán se las denomina como G, es así que existen para estación su respectiva denominación, G1 para la Estación 01, G2 para la Estación 02 y así respectivamente.



Ilustración 34.- Modelo de piona a emplearse

Fuente: Aerovía

Existen 7 pilonas que se construirán sobre el río Guayas, dichas pilonas poseen una altura promedio de 33 metros con un gálibo promedio medido desde la parte inferior de la catenaria del cable de 15 metros, aquellas pilonas serán de sección tubular hueca.

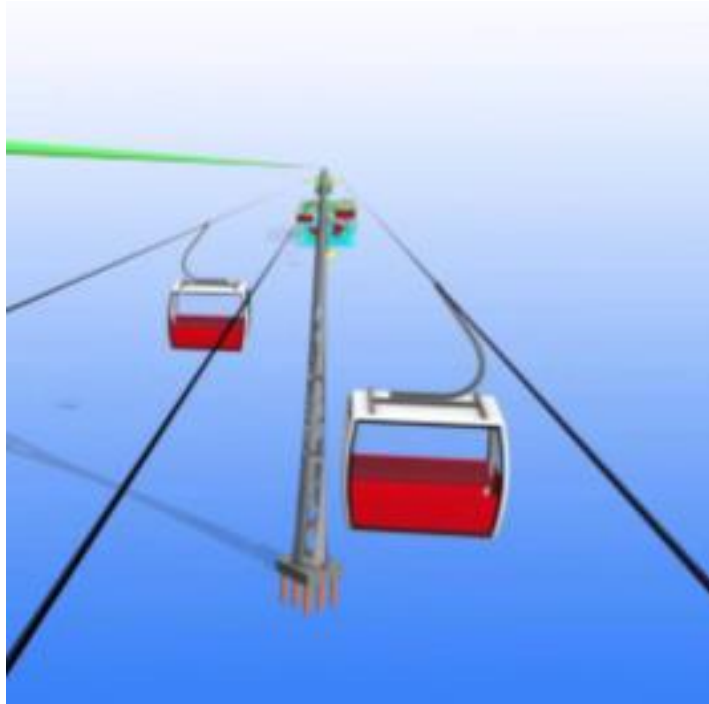


Ilustración 35.- Esquema de pilonas sobre río Guayas
Fuente: MIMG

Los 20 pilonas restantes se construirán sobre suelo firme, dichas pilonas poseen alturas variables que oscilan desde los 10 metros hasta los 30 metros. Las pilonas construidas en las estaciones tendrán alturas variables, dependiendo de la concepción arquitectónica de cada estación.

En lo que respecta al garaje, aquel se dispondrá en la Estación 05, el cual contendrá los motores del sistema de la Aerovía. El garaje permite guardar la totalidad de las cabinas previstas para el sistema, así mismo contendrá un área de lavado para el mantenimiento de las cabinas. El ingreso y salida de las cabinas debe ser automatizada y monitoreada constantemente. Debe contar con iluminación en su totalidad. Si la zona sobrevolada no es de circulación vehicular o peatonal, debe existir una distancia mínima de 5 m con respecto al suelo. Las estaciones serán de construcción mixta, las pilonas o soportes intermedios deberán ser fabricados en estructura metálica de sección tubular hueca, deberán tener su debida iluminación y contar con sus elementos constitutivos descritos en el Capítulo 2.

3.4.2.- ELECTROMECAÁNICO

Cadena Cinemática

Debe tener la capacidad para operar el sistema en las condiciones más desfavorables de carga, a velocidad nominal de 5 m/s. Cada uno de los motores propuestos tendrá su propio tablero eléctrico de potencia, variadores de velocidades, sin embargo, no se aceptan motores de corriente directa. El funcionamiento debe ser de control automático, así mismo debe mostrar en paneles de visualización diferentes parámetros tales como temperatura del motor, niveles de aceites, voltajes, cambios de corrientes, entre otros. La alimentación de la cadena cinemática debe ser de 440 V, las cuales contarán con atenuadores de ruidos y de vibración para cumplir las normas ambientales.

Motor de Socorro

El motor de socorro tendrá alimentación a través de un generador térmico a Diésel.

Deberá viajar a una velocidad mínima de 1 m/s y actuar directamente sobre la polea motriz sin pasar por el motor principal.

Frenos

Deben existir al menos 3 tipos de frenos.

- Frenado eléctrico con el motor principal.
- Frenado mecánico de servicio.
- Frenado mecánico de emergencia.

El frenado por el motor eléctrico asegura el máximo de parada, el de servicio debe estar equipado de un sistema de neutralización manual para funcionar en todos los casos de operación y actuando lo más cercano posible al cable tractor.

Vías de enganche y desenganche

En cada estación de pasajeros, las zonas destinadas al embarque y desembarque de usuarios deben ser diseñadas sin cambios de pendientes al

nivel del suelo, debe ser completamente horizontal para garantizar el acceso cómodo de los usuarios a las cabinas.

Se debe garantizar una distancia suficiente para las zonas de llegada y salida de las cabinas a cada estación, se debe reducir la velocidad para ingresar y aumentarla en la salida para evitar movimientos fuertes o inconvenientes de atascos con cabinas. Así mismo, se debe revisar el correcto funcionamiento entre los elementos de conexión de las pinzas con el cable, al igual que los sensores que indican si efectivamente se encuentra bien sujeto o no. Se debe garantizar de igual manera, la seguridad de las personas por lo que debe existir barandas para salvaguardar los usuarios.

Poleas

La polea motriz y la de retorno deben ser de materiales flexibles, así mismo los rodamientos de los mismos deben ser lubricados con aceites. Debe existir un dispositivo de retención de la polea en caso de existir algún desperfecto con el cable, así se evita que el cable se deslice normalmente y ocasione algún accidente. La banda de caucho existente en la polea debe ser de fácil acceso en caso que se requiera reemplazar el cable.

3.5.- ESTACIONES

A continuación, se mencionan las características más importantes de las estaciones, a excepción de la Estación 04, aquello se lo realiza debido a que el presente trabajo está enfocado primordialmente a dicha estación, por lo que las características de aquella estación se las tratarán individualmente con respecto a las demás estaciones.

3.5.1.- ESTACIÓN 01

La Estación 01, también llamada Estación “Parque Centenario”, se ubicará en la intersección de la Av. 9 de Octubre y la Av. Quito. Aquella estación tendrá interconexión con la Metrovía, en la parada llamada “Parada Parque del Centenario.” Estará ubicada en medio de la Av. 9 de Octubre entre los edificios de Induauto y de la Casa de la Cultura.

Es una estación de tipo retorno, el cual posee todo su programa de necesidades en una sola planta. En aquella estación se podrá divisar las poleas de retorno, las cuales hará que las cabinas puedan girar y realizar el recorrido de vuelta. De los 7 carriles que actualmente posee la Av. Quito, se emplearán 3 carriles centrales, dejando a cada lado 2 carriles para la circulación de los vehículos, durante la construcción.

Su estructura será de 1 solo piso, en lo que respecta a su diseño, contará con 7 columnas de hormigón armado de una sección rectangular de 1 m x 2.40 m, las cuales se conectarán en su parte terminal con una viga actuando en voladizo hacia ambos lados.

Su nivel de andén, se elevará hasta la cota terminada de piso +13.00, mientras que la zona de la cubierta acabará en una cota +21.80. Contará con sus debidas escaleras de acceso y de emergencia, de igual manera con todos los requisitos previamente explicados en capítulos anteriores. La estructura será de construcción mixta, de hormigón armado y acero estructural, así mismo la losa de dicha estación será pretensada.

Dicha estación se la puede considerar como la estación más dificultosa en cuanto a temas de logística, ya que debido a su posición se tendrá gran congestionamiento al iniciar las actividades de construcción, de hecho, se han realizado los estudios de tráfico correspondientes para mitigar al mismo cuando las obras empiecen, es por eso que se han realizado intervenciones viales. Las intervenciones más importantes son las de semaforización ubicada en la calle Rumichaca y Julián Coronel, reformas geométricas en la calle Manuel Galecio y Piedrahita y el cambio de sentido de la calle José Mascote.

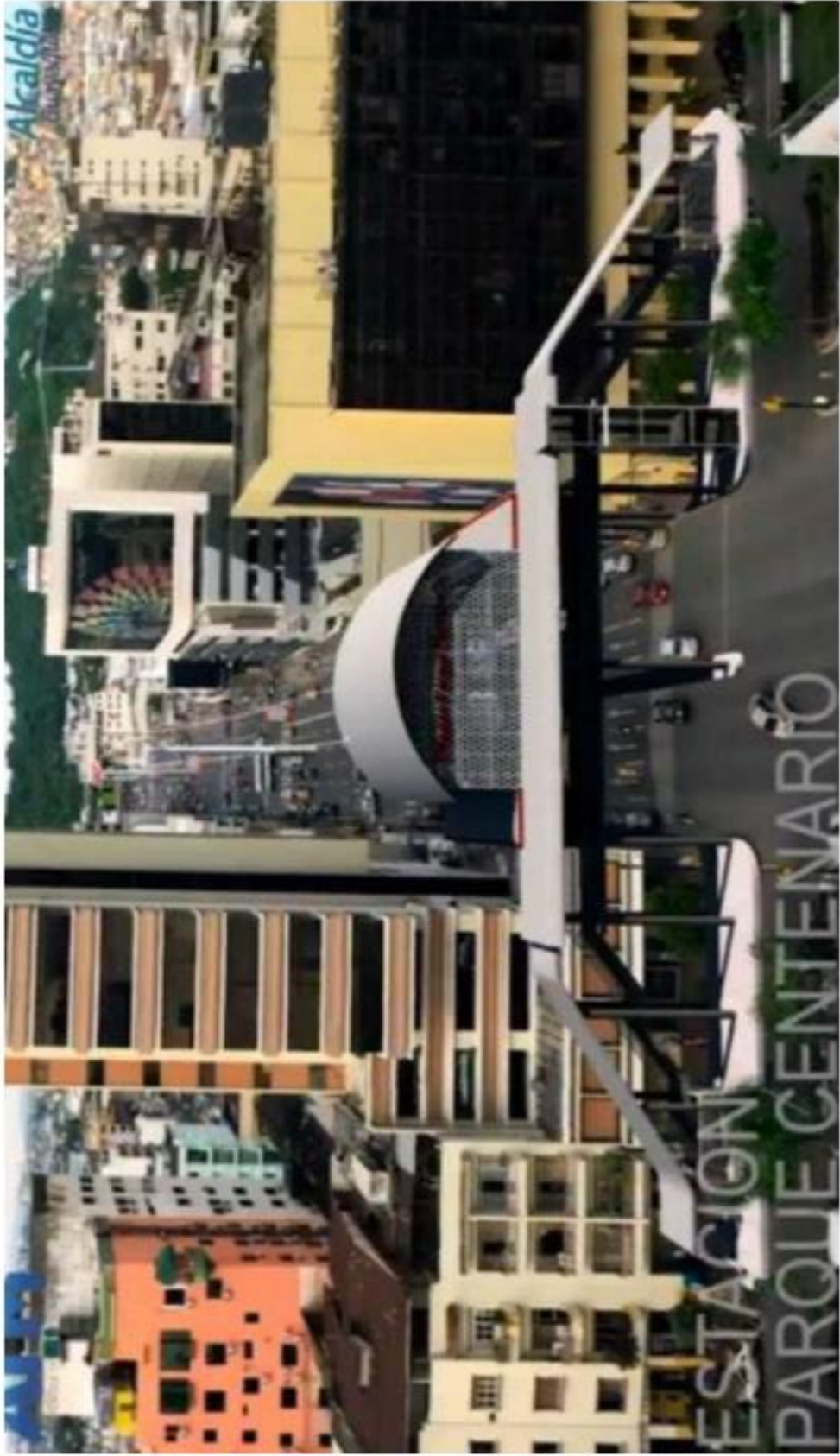


Ilustración 36.- Estación 01
Fuente: Internet

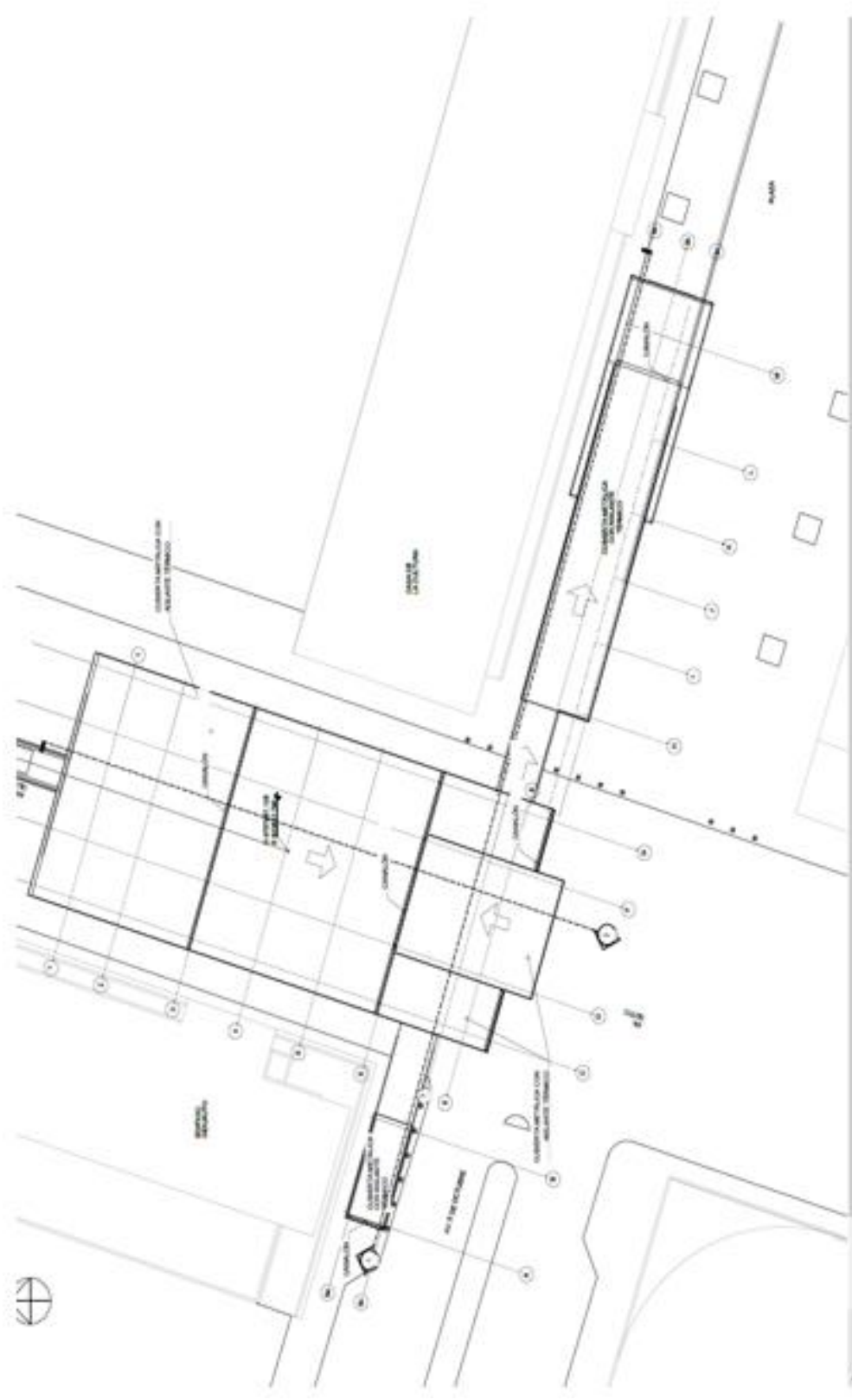


Ilustración 37.- Estación 01, obra gris.
Fuente: Sofratesa

3.5.2.- ESTACIÓN 02

La Estación 02, también llamada Estación Julián Coronel, estará ubicada en la calle Julián Coronel, a la altura de Lorenzo de Garaycoa y Boyacá. Aquella estación contará con 2 niveles, así mismo se considera como una estación intermedia de pasajeros.

La planta baja estará ubicada a la cota +5.00, el primer nivel, también llamado Planta Nivel Vestíbulo, se encontrará en la cota +9.25, el segundo nivel, el cual recibe de nombre Planta Nivel Andén estará ubicado en la cota +13.50, así mismo la cubierta se elevará hasta la cota de +19.61. Dentro de la Estación 02 estará ubicada la pila G 02, la cual lleva en ella 3 pilonas.

La Estación 02, permitirá el cambio de sentido del sistema que transcurre por la Estación 01, para cambiar su dirección en dicha estación y así llevarla hacia la siguiente estación.

Dentro de las características más relevantes se puede citar que su cimentación será profunda con 70 pilotes, de los cuales 31 pilotes serán pre-barrenados, tendrá en la planta baja viguetas pretensadas para la losa, en los otros niveles la losa será con placas colaborantes.

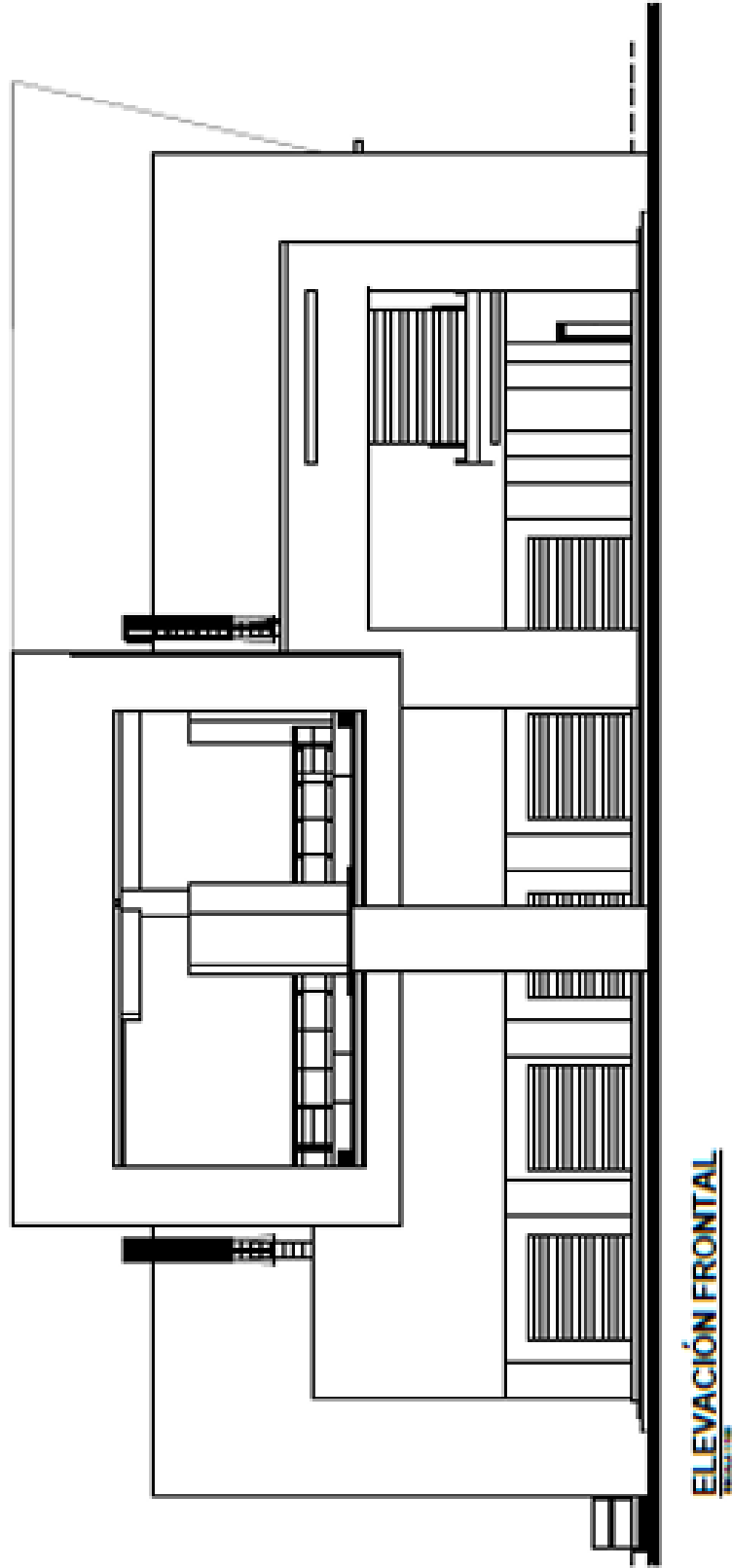


Ilustración 38.- Estación 02
Fuente: Sofratessa



Ilustración 39. - Implantación Estación 02
Fuente: Internet

3.5.3.- ESTACIÓN 03

La Estación 03, también conocida como Estación Cerro del Carmen, estará ubicada en el Cerro del Carmen, cercano al Hospital Luis Vernaza.

Aquella estación tendrá el nivel de Calle y el nivel de Andén, tal como se explicó en capítulos anteriores dicha estación solo será técnica, por lo que se destinará mayoritariamente a trabajos de mantenimientos de equipos y al cambio de dirección del sistema proveniente de la Estación 02, en la cual realiza un cambio de aproximadamente 30° con respecto al eje que sobre la Estación 02, dicho recorrido sigue hasta la Estación 04.

Se encuentra sobre terreno rocoso, por lo que su cimentación será de tipo superficial.

De las características más importantes se puede detallar el gran volumen de excavación a retirar para construir las plataformas, en forma de terraza, en las que se construirá cada nivel, su volumen de excavación es alrededor de 10,000 m³, otra de sus características es que se realizarán estabilizaciones de talud con muros anclados.

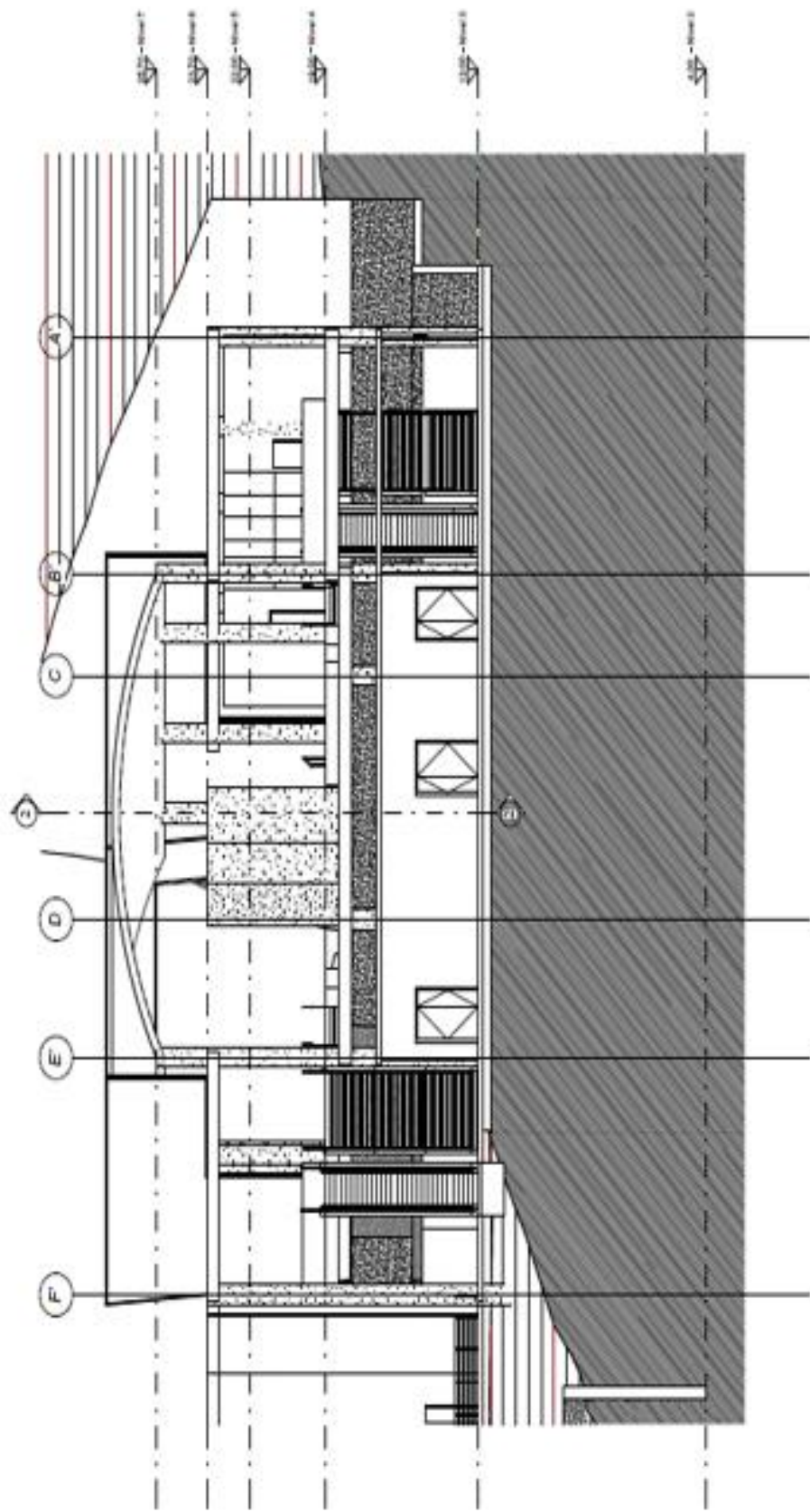


Ilustración 40.- Estación 03
Fuente: Sofratesa

53

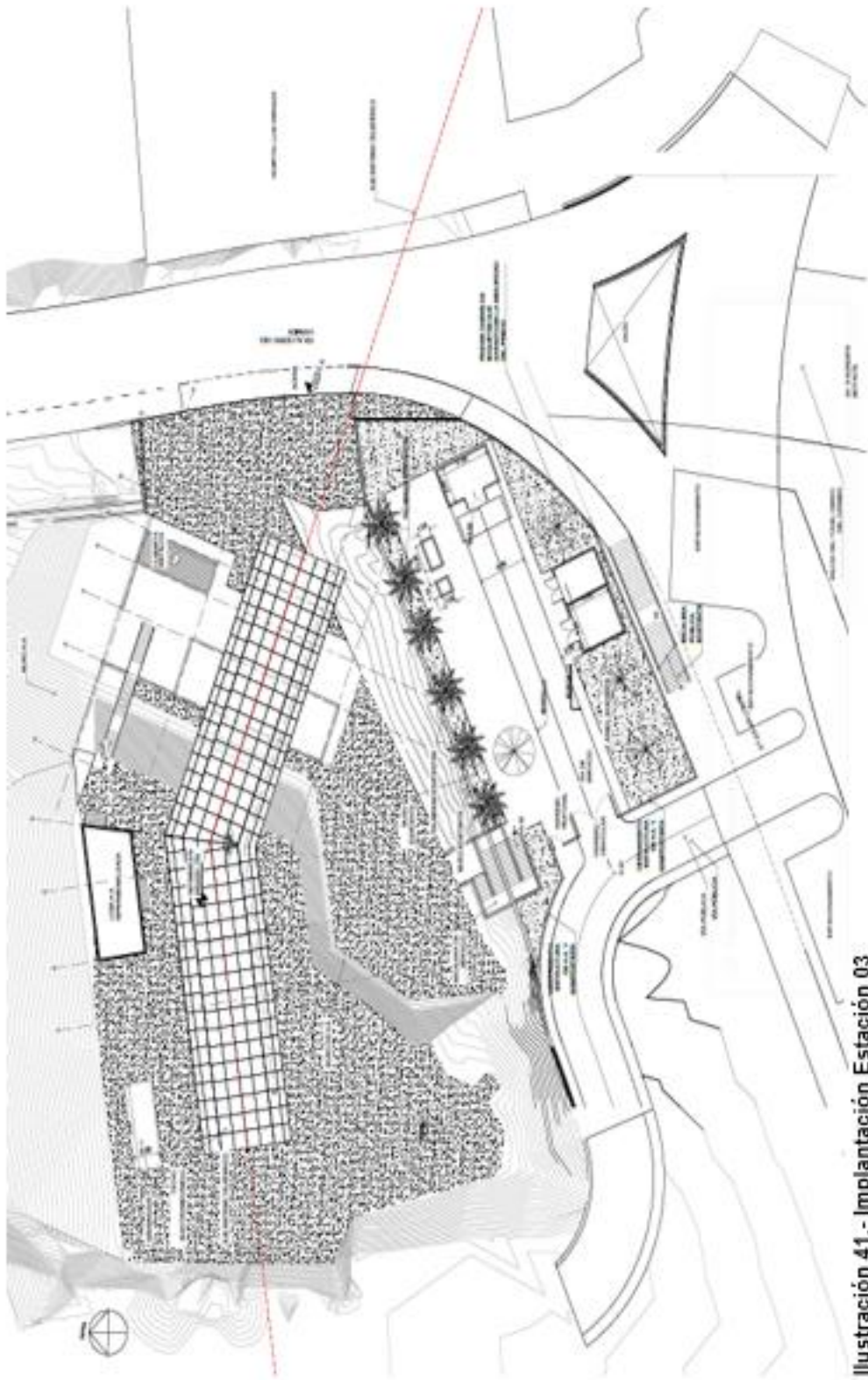


Ilustración 41.- Implantación Estación 03

Fuente: Sofratasa



Ilustración 42.- Ubicación Estación 03.
Fuente: Internet

3.5.4.- ESTACIÓN 05

La Estación 05 estará ubicada en Durán al inicio del Malecón de Durán. Dicha estación poseerá solo 1 nivel, la planta baja será la de Nivel Andén y estará ubicada a la cota +3.00, tendrá un Nivel de Oficinas ubicado en la cota +8.00, mientras que su nivel de cubierta estará ubicado a la cota +13.50.

Contará con 92 pilotes hincados. Aquella estación es una de las principales, debido a que allí se instalará la cadena cinemática la cual es la que otorgará el movimiento al sistema de la Aerovía.

Aquella estación también contendrá el garaje para las cabinas del sistema, la zona destinada para el garaje de las cabinas será de alrededor 1650 m², así mismo contará con las debidas áreas para el lavado de las cabinas, brindar el debido mantenimiento de las mismas tanto en el tema de soldaduras de sus componentes, como de las partes electrónicas y mecánicas.

De igual manera, para poder abarcar más usuarios al sistema, en aquella estación se instalará un sistema de buses el cual contará con 3 líneas alimentadoras. Dichas líneas alimentadoras contarán con 31 buses de 12 m de largo, operando en diferentes sectores de la ciudad de Durán.

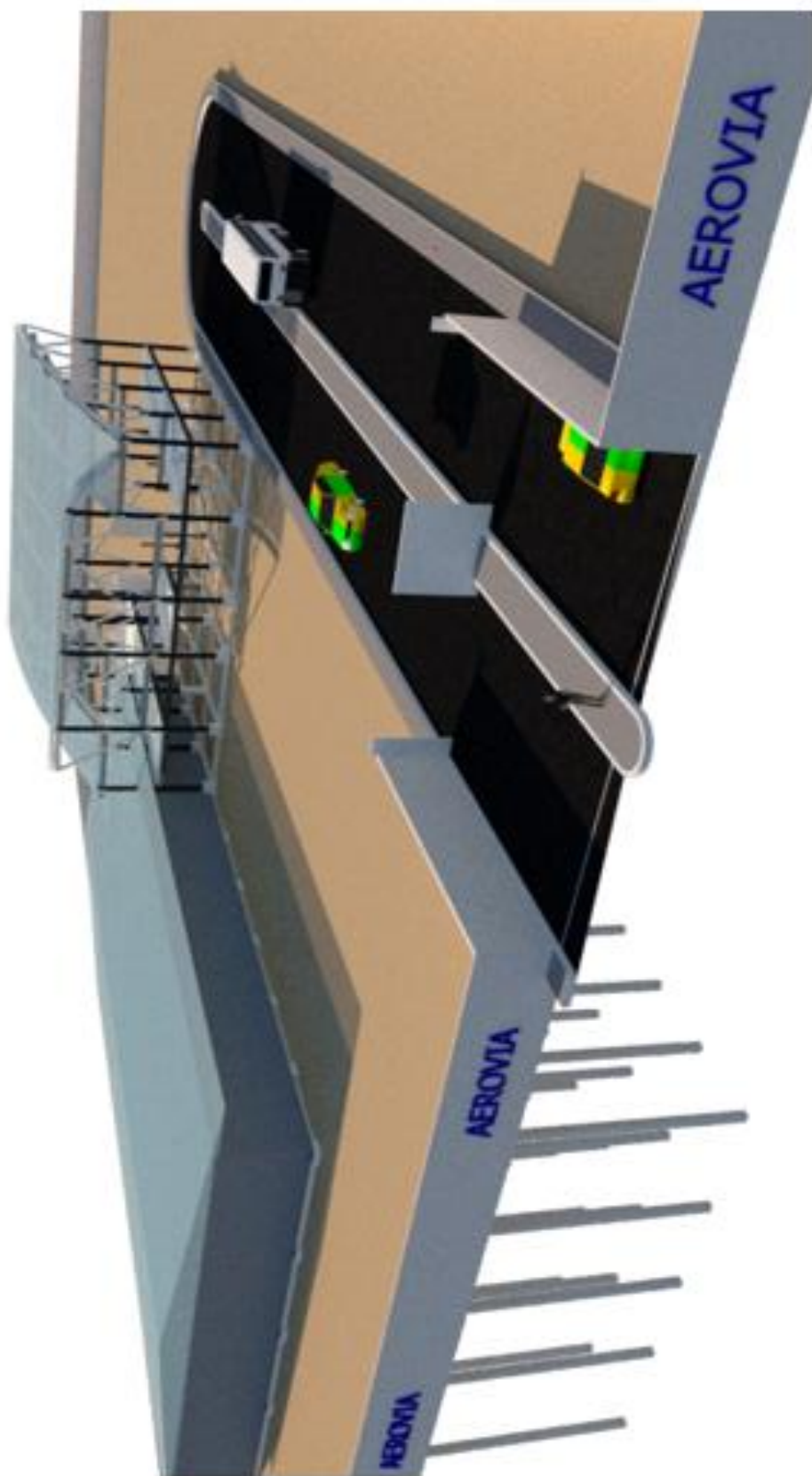


Ilustración 43.- Rrender de Estación 05
Fuente: Ing. Andrés López

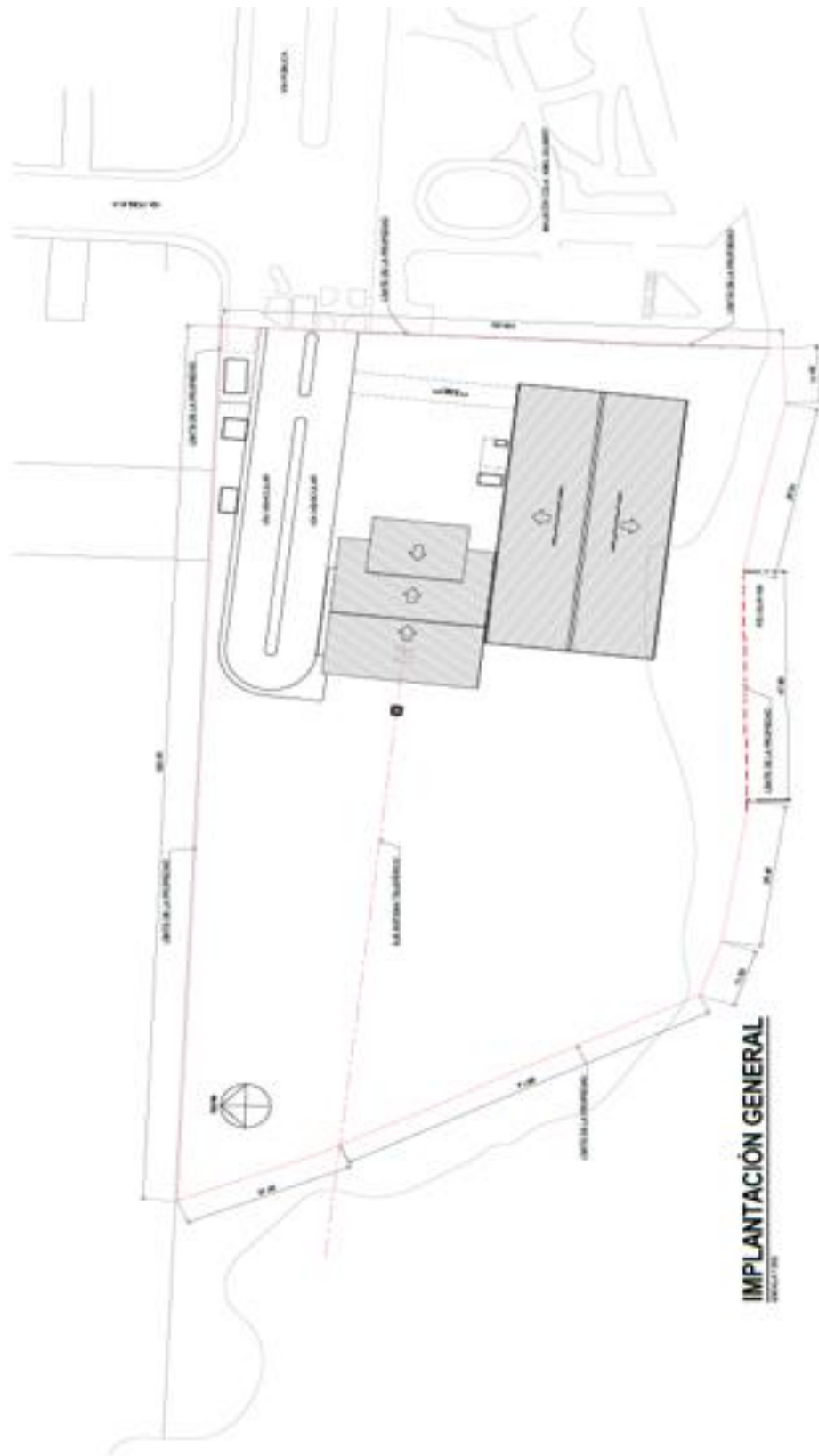


Ilustración 44.- Implantación Estación 05
Fuente: Sofratesa

3.6 ESTACIÓN 04

3.6.1.- PARTICULARIDADES

La Estación 04, también llamada Estación “Los 4 Mosqueteros” estará ubicada en la intersección de las calles Malecón y Loja. El terreno donde se lo construirá es diagonal a la parada de la Metrovía llamada “Parada Las Peñas”, frente a la rueda moscovita llamada La Perla, junto al Campus Las Peñas de la Espol. La presente estación está ubicada en la antigua piscina municipal.

La construcción de aquella instalación ha sido muy polémica desde su inicio, debido a grupos que se oponían a la demolición de la misma a pesar de encontrarse abandonadas sus instalaciones.

Aquella piscina fue por largos años, sede de entrenamiento de los nadadores guayaquileños, Carlos Gilbert, Abel Gilbert, Luis Alcívar y Ricardo Planas. Ellos lograron lo que, al parecer de muchos cronistas del deporte, sigue siendo la mayor hazaña que registra el deporte ecuatoriano, La Hazaña de 1938 en Lima. En marzo arrancarían en Lima el Campeonato Sudamericano de Natación, en la cual Ecuador solo contaba con 4 nadadores, a diferencia del resto de países que registraron a al menos una docena de nadadores con títulos sudamericanos e incluso olímpicos, por lo que resultaba inverosímil que 4 nadadores inexpertos compitan con deportistas de tales categorías. Además, en aquellos años, se había creado una ley que declaraba extinta a la FDNE y la Fedeguayas.

Los nadadores ecuatorianos ganaron múltiples medallas de oro y de plata, por lo que Ecuador se proclamó campeón ante el asombro mundial, aquel logro hizo que se derogue aquella ley y vuelva a existir la FDNE y la Fedeguayas. Ante tal hazaña y dado que la sede donde se entrenaban aquellos grandiosos deportistas es el terreno donde se construirá la Estación 04, en su honor las autoridades decidieron llamar a aquella estación como Estación “Los 4 Mosqueteros.”



Ilustración 36.- El equipo campeón del Sudamericano de Natación 1938 en Perú
Fuente: Internet

3.6.2.- CONCEPCIÓN ARQUITECTÓNICA

La Estación “ Los 4 Mosqueteros” será una estación intermedia, la cual permitirá el embarque y desembarque de los usuarios, realizará un cambio de 15° a la dirección que transcurre desde la Estación Cerro del Carmen, para luego dirigirlo hasta la Estación 05 y así culminar el recorrido del sistema, por lo que se instalará una polea en la que finalizará el tramo recto proveniente de la Estación 03, para desembragar la cabina y conectarla nuevamente a otro sistema, con otra polea la cual enviará en línea recta a la Estación 05, ubicada en Durán.

La Estación 04 es de suma importancia, debido a que recibirá en la primera fase a los usuarios provenientes de Durán los cuales cruzan a través del río Guayas. Así mismo, cuando inicien las construcciones de la segunda fase de la Aerovía, aquellas estaciones que transportarán a usuarios desde Samborondón, se conectarán a la Estación 04 para luego dirigirse hacia el centro y así formar la Alternativa 21 a largo plazo.

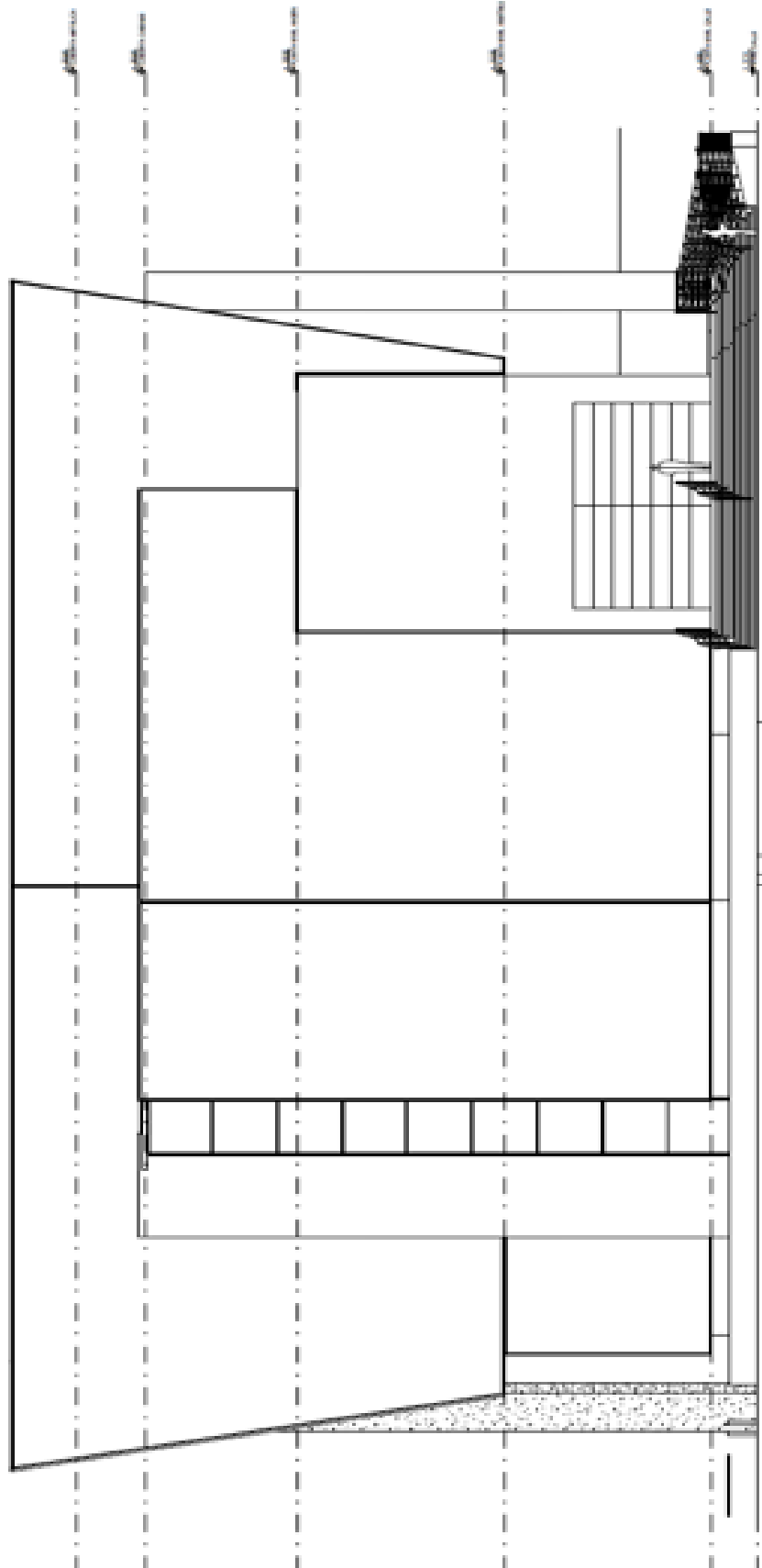


Ilustración 46.- Estación 04, Vista Frontal
Fuente: Sofratesa

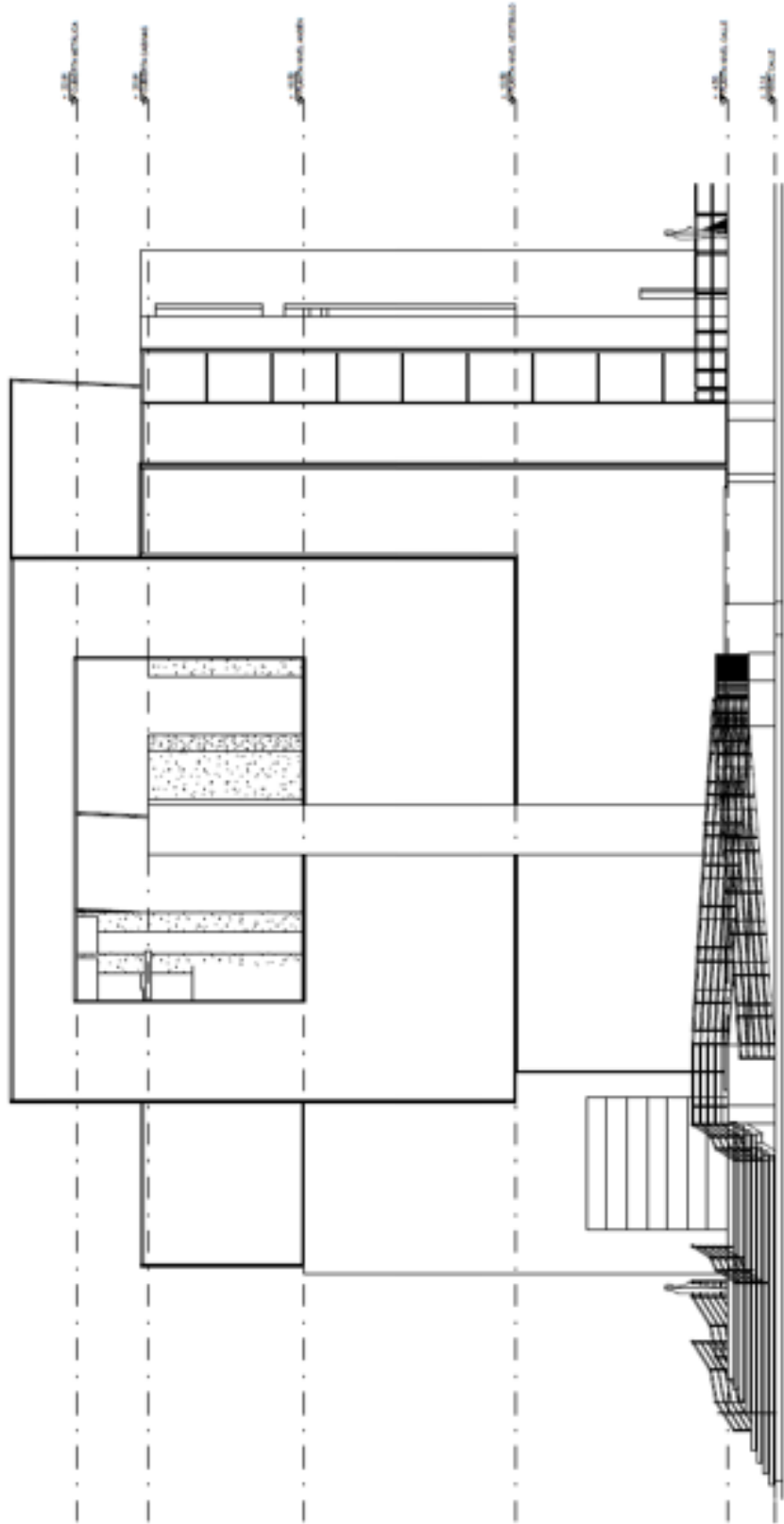


Ilustración 47.- Estación 04, Vista Lateral

Fuente: Sofratesa

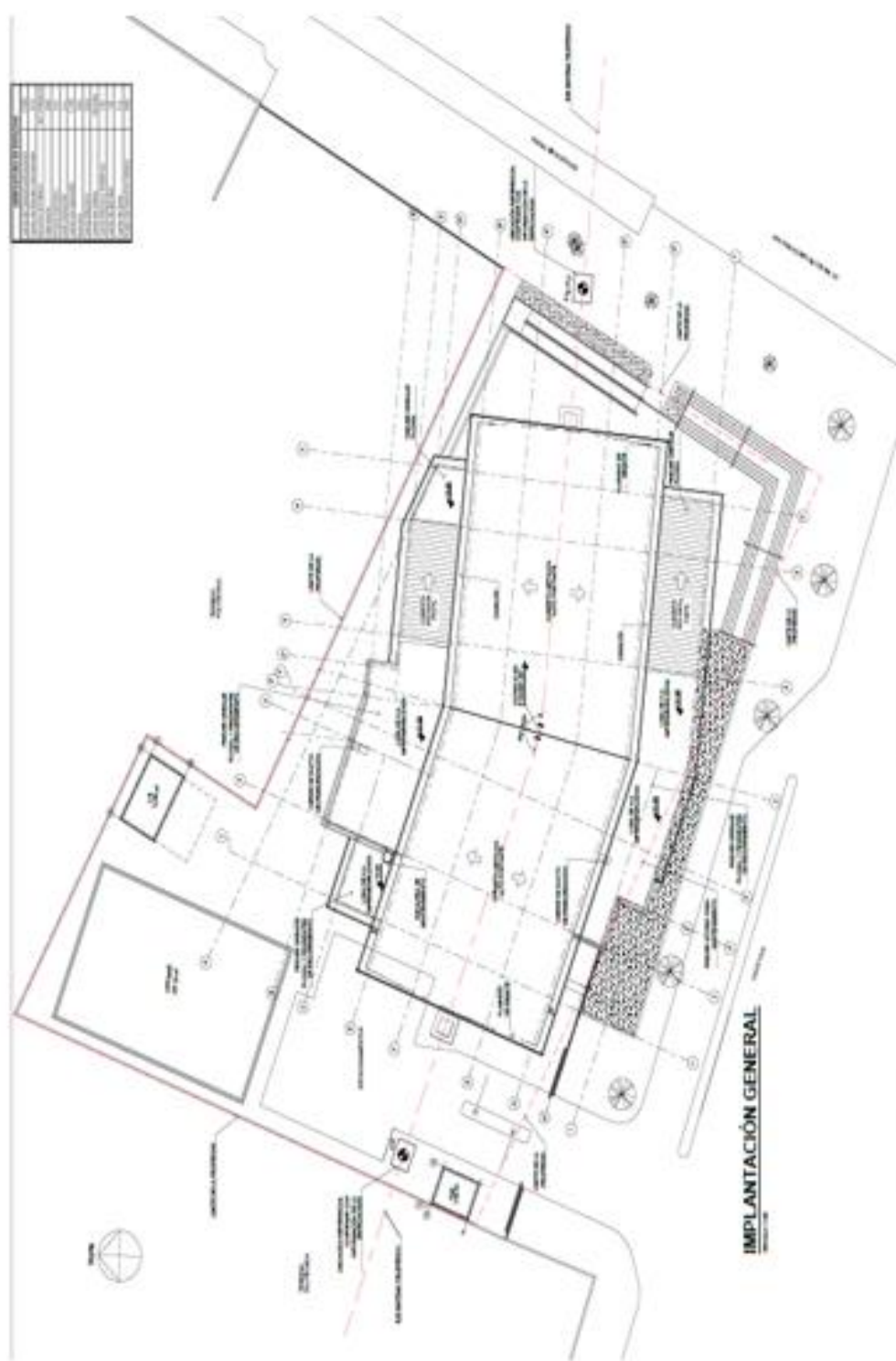


Ilustración 48.- Implantación Estación 04

Fuente: Sofratasa

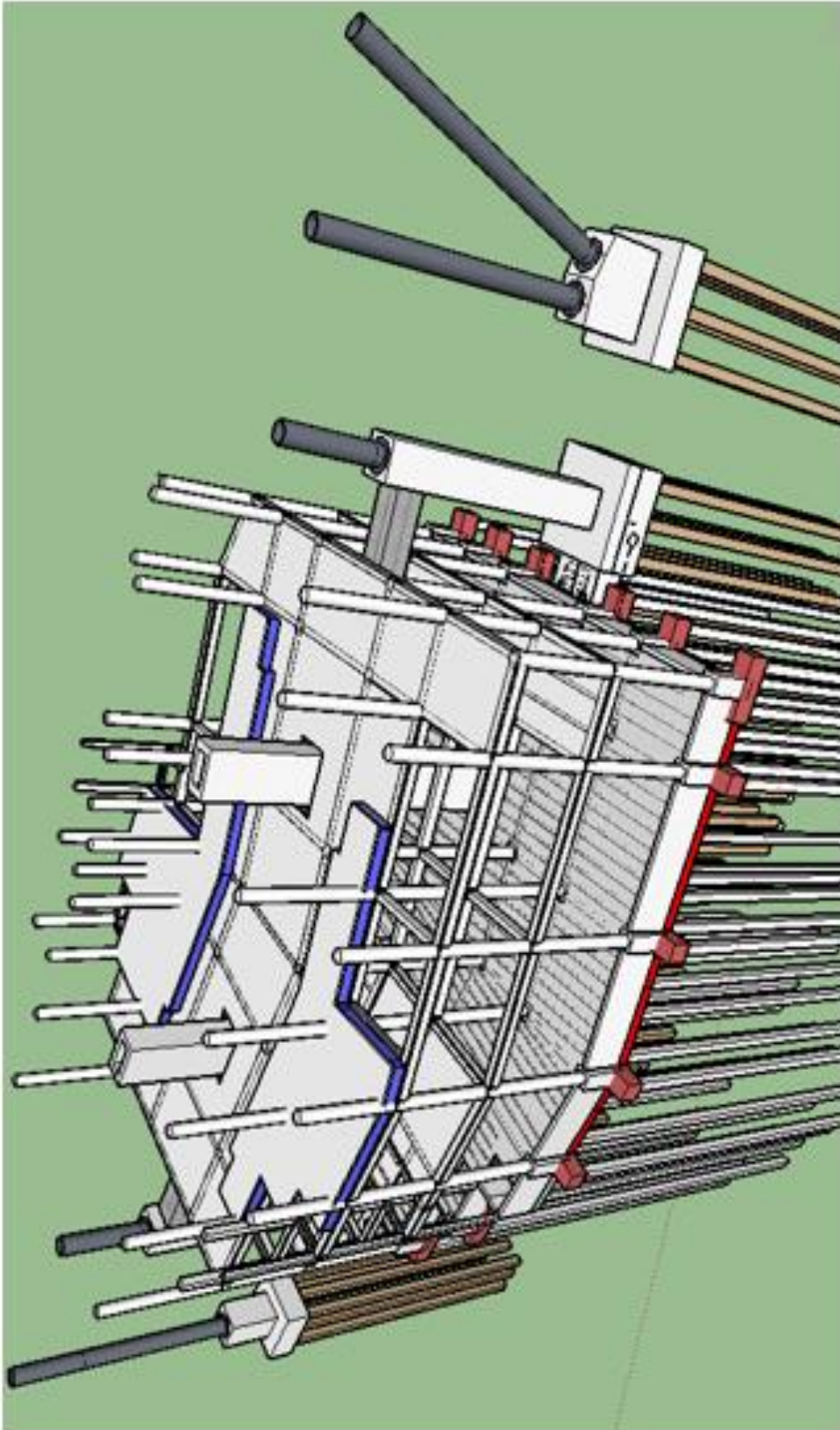


Ilustración 49.- Render Estación 04

Fuente: Ing. Andrés López

Existirán 90 pilotes hincados que conformarán la cimentación de la estructura, mientras que 54 pilotes conformarán la cimentación para las pilonas. La pilona G 04 estará ubicada en la estación, como se explicó previamente en capítulos anteriores, aquella se conformará de las pilonas G 04 A y de la G 04 B, las cuales estarán conformada cada una por 2 pilonas. De las 4 pilonas que se construirán, 2 pilonas quedarán adentro de la estación mientras que los 2 restantes estarán a escasos metros de la misma, así mismo dentro de los límites del terreno estarán ubicadas las pilonas P15, P16-17, las cuales se mencionará superfluamente.

El primer nivel, también llamado Nivel Calle estará ubicado a la cota +4.50 del piso terminado. Aquel nivel tendrá la zona de pago, comedores en la parte externa, cuarto de servicios higiénicos, cuartos de enfermería, así como diversas áreas importantes tales como el Puesto de Mando Centralizado, Cuarto Eléctrico, Cuarto de Operador, entre otros. En el presente nivel se dispondrá de una plaza conmemorativa a los 4 mosqueteros ecuatorianos. Entre el presente nivel y el siguiente, existirá un nivel de cubierta interior, el cual estará ubicado a la cota +8.35.

El segundo nivel o Nivel Vestíbulo estará ubicado a la cota +10.50 del piso terminado. Aquel nivel servirá primordialmente para el tránsito de los usuarios hacia el Nivel Andén, aunque también contará con espacios destinados para reuniones, sala de supervisión y contará con cuartos de servicios higiénicos. Entre el presente nivel y el nivel precedente, estará ubicado un nivel de cubierta interior, el cual estará ubicado a la cota +14.35.

En el siguiente nivel, estará ubicado el Nivel Andén. En dicho nivel se hará el embarque o desembarque de los usuarios a las cabinas del sistema. Se ubicará a la cota +16.50 del piso terminado, es importante recalcar que aquel nivel considera la plataforma construida para separar el nivel de ingreso de los usuarios del nivel al que llega la cabina, para evitar algún posible accidente.

Existirá una planta destinada a los equipos, la cual se ubicará en la cota +21.00, para luego finalizar en el Nivel de Cubierta en la cota +23.36.

3.6.3.- PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO ESTACIÓN E4 AV. MALECÓN SIMÓN BOLÍVAR Y LOJA	
FASE PRELIMINARES	
OBRAS GENERALES CAMPAMENTO	\$ 383.141,09
OBRAS PRELIMINARES	\$ 244.832,70
PRELIMINARES	\$ 2.338,95
DEMOLICIÓN, DESALOJOS Y RELLENOS	\$ 152.267,93
MOVIMIENTO DE TIERRA	\$ 2.556,53
CIMENTACIÓN CAMPAMENTO	\$ 4.215,58
ACOMETIDA DE AA.PP	\$ 1.345,34
ACOMETIDA ELÉCTRICA	\$ 27.950,56
EQUIPOS	\$ 9.782,13
INSUMOS SSA	\$ 312,80
TERCIARIAS	\$ 4.274,55
GUARDIANÍA	\$ 35.235,26
ACABADOS DE CAMPAMENTO	\$ 951,98
RAMPAS DE HORMIGÓN	\$ 3.601,09
FASE ESTRUCTURA	
AEROVÍA ESTACIÓN 4 AV. MALECON Y LOJA	\$ 4.577.959,01
PRELIMINARES	\$ 213.738,58
EXCAVACIONES Y RELLENOS	\$ 185.188,05
PILOTAJE PARA EDIFICIO	\$ 719.165,26
PILOTAJE EN PILONAS	\$ 835.325,73
CIMENTACIÓN Y MUROS DE HA	\$ 323.180,74
CIMENTACIÓN DE PILONAS	\$ 316.956,51
COLUMNAS DE EDIFICIO	\$ 342.441,04
PILONAS	\$ 546.331,42
ESTRUCTURA DE NIVEL CALLE +4,45	\$ 189.407,63
ESTRUCTURA DE NIVEL +8.35	\$ 86.631,54
ESTRUCTURA DE NIVEL VESTÍBULO +10,45	\$ 153.352,38
ESTRUCTURA DE NIVEL ANDÉN +14.35	\$ 69.850,79
ESTRUCTURA DE NIVEL ANDÉN +15,90	\$ 219.017,31
ESTRUCTURA DE NIVEL ANDÉN +20.91 (CUBIERTA DE CABINAS)	\$ 57.963,81
VARIOS	\$ 118.206,97
MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y FACTORES AMBIENTALES	\$ 201.201,24

FASE ARQUITECTÓNICA	
ARQUITECTURA	\$ 2.041.996,53
ALBAÑILERÍA	\$ 206.845,45
PISOS Y RASTRERAS	\$ 184.764,81
CIELOS RASOS	\$ 14.157,11
CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIÓN	\$ 159.026,26
PUERTAS	\$ 55.108,51
VENTANAS	\$ 931.477,66
BARANDAS Y PASAMANOS	\$ 165.043,37
VIDRIOS Y ALUMINIOS	\$ 391,94
PIEZAS Y ACCESORIOS SANITARIOS	\$ 8.426,14
PINTURAS Y ACABADOS	\$ 27.786,07
TRABAJOS EXTERIORES	\$ 181.143,10
ADICIONALES	\$ 107.826,10
SISTEMA SANITARIO Y CONTRAINCENDIO	\$ 341.117,05
SISTEMA ELÉCTRICO SOLO PASANTES	\$ 64.469,00
TOTAL	\$ 7.653.515,38

3.6.4.- CRONOGRAMA DE OBRA

CRONOGRAMA DE OBRA		AEROVÍA ESTACIÓN E4 MALECÓN SIMÓN BOLÍVAR Y LOJA RIPCONCIV S.A.																		
Nombre del proyecto:																				
Contratista																				
Plazo de Ejecución:	19 meses																			
RUBROS	MESES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
FASES PRELIMINARES																				
Obras Generales Campamento																				
OBRAS PRELIMINARES																				
Demolición, Desalojos y Rellenos																				
Movimiento de Tierra																				
Cimentación Campamento																				
Acomoda de AA, PP																				
Equipos																				
Insumos SSA																				
Terciarías																				
Guardiana																				
Acabados de Campamento																				
Rampas de Hornigón																				
FASE ESTRUCTURA																				
PILOTAJE AEROVÍA																				
Preliminares																				
Excavaciones y Rellenos																				
Pilotaje para Edificio																				
Pilotaje en Pilonas																				
Columnas de Edificio																				
Pilonas																				

CAPÍTULO # 4.- PROCESO CONSTRUCTIVO

Para la realización del capítulo presentado a continuación, se consultó a los profesionales encargados de la construcción de la Aerovía.

Por parte de la subcontratista principal, Ripconci, se realizaron consultas personales a las siguientes personas:

Nombre	Cargo
Ing. Camilo Rizo	Residente de Obra de la Estación 04
Ing. Andrés López	Residente de Obra de la Estación 02
Ing. Aníbal García	Encargado de Control de Calidad
Ing. Víctor Acosta	Superintendente del proyecto
Ing. Luis Zambrano	Superintendente del proyecto
Ing. Rafael Camacho	Planillero

Por parte de la constructora, Sofratesa:

Ing. Andrés Ordóñez	Superintendente de la Aerovía
---------------------	-------------------------------

Por parte de fiscalización, CPR:

Ing. Briandyth Rosado	Residente en Estación 04
Julio Silvera	Ayudante Fiscalización

Cabe mencionar que, con la ayuda de los profesionales previamente mencionados, así como de otros, se procede a describir la metodología constructiva más idónea para la Estación 04 del proyecto de la Aerovía.

4.1.- ESTUDIOS PRELIMINARES

Para cada estación varían los estudios previos. Por ejemplo, para la Estación 01, fue necesario un estudio de tráfico. Aquello se lo realizó para ver de qué manera influye la construcción de aquella estación en las calles próximas a la misma, es así que se realizaron las respectivas reformas viales para mitigar el tráfico ocasionado por dicha construcción.



Ilustración 37.- Reformas Viales

Fuente: Ing. Andrés López

En caso de ser necesario, se debe estudiar las demandas eléctricas que conformará el sistema, para ver si efectivamente el sector contiene puntos para realizar la acometida eléctrica o si es necesaria la implementación de equipos eléctricos para dar capacidad al sistema.

Es necesario contar con el respectivo estudio de suelo, ya sea que involucre ensayos CPT, SPT o ensayos geofísicos. Otro tipo de estudio previo es de impacto ambiental, el cual detalla la afectación en las diferentes etapas del proyecto ya sea a los humanos; por inhalación de partículas en suspensión, contaminación sonora; al ambiente ya sea por afectación de agua o suelo; o a edificaciones contiguas en diferentes etapas de construcción como pilotaje. De igual manera es necesario contar con los diseños definitivos de todo el sistema que conformará la Aerovía, tales como el diseño estructural, sanitario, eléctrico, etc.

4.2.- EXPROPIACIÓN DE TERRENO

Los estudios de factibilidad indicaban, desde el inicio, que la ubicación de la Estación 04 podría ser en el Malecón 2000 o en caso de ser necesario en los terrenos de la antigua piscina municipal. Debido a la imposibilidad de ubicar dicha estación en el Malecón 2000 por temas turísticos, falta de espacio, entre otros motivos, se optó por cambiar la ubicación inicial en el Malecón 2000 hacia los terrenos de la antigua piscina municipal.

El oficio de petición para la expropiación se inició en mayo del 2017 y se acabaron los trámites en el mes de octubre del mismo año. El proceso de expropiación fue amplio debido a que se encontraba registrado desde el año 2011 como Patrimonio Inmueble de la ciudad. Aquello promovió manifestaciones y distintos oficios pidiendo que se detenga la expropiación, a pesar de que sus instalaciones como patrimonio se hayan encontrado en malas condiciones, donde incluso la piscina se encontraba desde hace algunos años sin agua.



Ilustración 38.- Antigua piscina municipal

Fuente: Ing. Rafael Camacho

4.3.- CONSTRUCCIÓN DE CERRAMIENTO PERIMETRAL

Una vez realizada la respectiva expropiación de los terrenos a la Espol, se procede, junto con la respectiva topografía, a la construcción de un

cerramiento perimetral para delimitar el terreno expropiado, así como para seguridad de los transeúntes del sector, donde se ubicará la Estación 04 de la Aerovía, aquello se lo realiza previo a la demolición de las instalaciones de la antigua piscina municipal.

Las bases del cerramiento son secciones de un área de 0.20 m x 0.30 m con una profundidad de 1 m, con área de acero mínima. En medio de las bases se coloca 1 tubular hueco de 3 pulgadas de 3 mm de espesor, con una altura de 2.20 m. Aquellas bases se las coloca espaciadas cada 3.50 m., se une el cerramiento con planchas de steel panel, en los extremos y en el centro de cada tramo se instala tubulares rectangulares de 20 mm x 40 mm de 1 mm de espesor dispuestos horizontalmente para otorgar más rigidez y seguridad al cerramiento.

La unión de los tubulares colocados horizontalmente con el elemento vertical, así como con las planchas de steel panel es mediante puntos de soldadura común.



Ilustración 39.- Acero para bases de cerramiento
Fuente: Autor



Ilustración 40.- Instalación de cerramiento perimetral

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Para aquel trabajo se necesitan oficiales y carpinteros, dados que son elementos no estructurales con muy poco volumen de hormigón no es necesario algún ensayo de control de calidad ni de cierta dosificación especial, la mezcla se la realiza manualmente, ya sea con herramientas menores o con alguna mezcladora a combustible.

4.4.- TRABAJOS DE DEMOLICIÓN Y DESALOJO DE ESCOMBROS

Debido a que existía una estructura antigua es necesario el proceso de demolición de dicha edificación para la realización de una nueva, aunque efectivamente no en todas las estaciones es necesario realizar dicho proceso. Aquel proceso es necesario principalmente en la Estación 04 debido a las previas instalaciones de la piscina municipal y en la Estación 02 por un monumento a Guayaquil existente en el terreno donde se ubicará dicha estación.

Así mismo, se emplea en la Estación 01, con la demolición de la estructura del pavimento rígido existente entre la Av. 9 de Octubre y la Av. Quito.



Ilustración 41.- Monumento existente en instalaciones de Estación 02
Fuente: Internet

Se empiezan los trabajos de demolición retirando los elementos no estructurales. Para el retiro de cerramientos metálicos y de distintos tipos de estructuras metálicas no estructurales, se procede su retiro usando equipos tales como amoladoras con discos de corte, herramienta menor tal como cincel y punta. En caso de ser necesario se puede utilizar oxicorte para realizar el corte de partes metálicas con mayor rapidez.



Ilustración 42.- Retiro de elementos no estructurales
Fuente: Ing. Rafael Camacho



Ilustración 43.- Demolición de mampostería
Fuente: Ing. Rafael Camacho

Para el retiro de puertas, ventanas, vidrios, lámparas, casilleros, bloques de mampostería y paneles de gypsum se procede con las mismas herramientas menores y equipos. Es necesario acopiar el material en un sitio común para realizar su póstumo retiro mediante camiones.



Ilustración 44.- Acopio de material
Fuente: Ing. Rafael Camacho

Se procede luego a realizar el retiro de los elementos estructurales, primero con la demolición de estructuras independientes tales como galpones metálicos usados como bodegas. En aquel proceso es necesario el uso de equipos como amoladoras con discos de corte, en caso de ser necesario, se debe usar andamios con sus respectivos arneses de seguridad para poder realizar trabajos en altura.



Ilustración 45.- Demolición de galpón

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Se procede también a la demolición de estructuras independientes de un nivel, para aquel caso es necesario el uso de herramienta menor, así mismo se puede ayudar con martillos demoledores. Se empieza por la losa, para luego continuar con las vigas y finalizar con las columnas, de igual manera se va acopiando el material en sitios seguros para su póstumo retiro con volquetes.

Luego se procede con la demolición de elementos estructurales. Se empieza por demoler las estructuras desde los pisos superiores, empezando por lasas superiores, para luego demoler las vigas cargadoras y finalmente culminar con las columnas, aquel proceso se realiza también para los pisos inferiores. Se requieren las mismas herramientas y equipos empleados en la demolición de las estructuras previamente descritas. En el caso particular de las vigas, se suele atar una cuerda a la parte central de la misma, la cual está previamente fracturada ya sea con herramienta menor o rotomartillo, para que luego los

trabajadores, usualmente oficiales, tiren de aquella hasta que aquel elemento ceda, para luego realizar el acopio del mismo para su retiro con volquetes.



Ilustración 46.- Viga demolida 1/2

Fuente: Ing. Rafael Camacho



Ilustración 47.- Viga demolida 2/2

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Para la demolición es necesario contar en todo momento con el adecuado equipo de protección personal (EPP), así mismo contar con la debida seguridad para que ningún desecho de material caiga fuera de las instalaciones y afecte a los transeúntes. Para evitar aquello, los trabajos más importantes de demolición se realizan en horario nocturno, para evitar problemas con posibles afectaciones a peatones, al ser dicho sector una zona altamente concurrida en jornada diurna, la jornada puede variar dependiendo de la ubicación de la estación.

Cuando se encuentran demolidas todas las estructuras hasta el nivel del piso, lo siguiente es demoler el muro que conforma la piscina. Para aquello se usa equipo pesado tales como excavadoras de oruga y una retroexcavadora. Para mayor facilidad, a la retroexcavadora se le adapta un martillo hidráulico para que así pueda demoler el muro de hormigón de la piscina, aquel proceso se lo realiza también para el piso de las antiguas instalaciones.



Ilustración 48.- Retroexcavadora con martillo hidráulico
Fuente: Ing. Rafael Camacho

Mientras la retroexcavadora demuele con el martillo hidráulico, la excavadora acopia el material en sitios de fácil acceso para los volquetes. Es importante dejar un camino libre para permitir la circulación de los volquetes lo más cercano al acopio del material para que así sea desalojado con facilidad.



Ilustración 49.- Desalojo de material
Fuente: Ing. Rafael Camacho

4.5.- RELLENO PARA ACCESO DE PLATAFORMA DE PILOTAJE

El tipo de suelo es blando, por lo que se necesita mejorarlo para que adquiera mayor capacidad portante para poder resistir el peso de los equipos y que los mismos no se hundan y ocasionen dificultades en la logística de los mismos cuando ingresen a realizar sus respectivas actividades.

Aquello se lo realiza con piedra bola, se lo transporta mediante volquetes y se lo descarga con la excavadora hacia el sitio destinado. Para el presente trabajo es necesario conocer la variación de altura de nivel freático debido a la marea del río Guayas, el cual se la conoce mediante una tabla propia del INOCAR debido a las cercanías de la estación con dicho río, en cualquier otra estación aquel nivel se lo aprecia con el respectivo estudio de suelo.

**TABLA II.- PREDICCIÓN DIARIA DE MAREAS EN EL ECUADOR
GUAYAQUIL (RÍO GUAYAS) 2018**

OCTUBRE						NOVIEMBRE						DICIEMBRE					
DÍA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DÍA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DÍA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DÍA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DÍA	HORA H.M.	ALT. MTS.	DÍA	HORA H.M.	ALT. MTS.
1	0600	0.7	16	0619	0.8	1	0040	3.7	16	0052	3.6	1	0127	3.9	16	0057	3.8
LU	1102	3.8	MA	1204	3.6	JU	0745	0.7	VI	0712	0.9	SA	0837	0.5	DO	0728	0.9
	1826	0.6		1840	0.7		1308	3.5		1317	3.3		1400	3.6		1329	3.4
	2345	3.8					2012	0.7		1927	0.9		2056	0.6		1941	0.9
2	0648	0.8	17	0039	3.6	2	0149	3.7	17	0147	3.6	2	0231	3.9	17	0152	3.8
MA	1206	3.7	MI	0700	0.9	VI	0857	0.7	SA	0812	1.0	DO	0943	0.4	LU	0828	0.9
	1918	0.7		1259	3.4		1421	3.5		1418	3.3		1509	3.7		1430	3.5
				1922	0.9		2123	0.7		2029	1.0		2203	0.6		2044	1.0
3	0052	3.6	18	0136	3.5	3	0258	3.8	18	0244	3.6	3	0336	4.0	18	0251	3.8
MI	0748	0.8	JU	0754	1.0	SA	1008	0.6	DO	0931	1.0	LU	1046	0.3	MA	0945	0.8
	1319	3.5		1400	3.3		1532	3.7		1519	3.4		1616	3.9		1532	3.6
	2025	0.8		2022	1.0		2232	0.6		2145	1.0		2307	0.5		2202	1.0
4	0205	3.6	19	0236	3.4	4	0405	3.9	19	0341	3.7	4	0438	4.1	19	0350	3.9
JU	0907	0.9	VI	0918	1.1	DO	1114	0.4	LU	1047	0.9	MA	1145	0.1	MI	1100	0.7
	1435	3.5		1504	3.3		1640	3.9		1617	3.6		1719	4.0		1634	3.8
	2142	0.8		2142	1.0		2336	0.4		2300	0.9					2319	0.9
5	0318	3.7	20	0336	3.5	5	0507	4.1	20	0435	3.9	5	0006	0.4	20	0448	4.1
VI	1026	0.7	SA	1038	1.0	LU	1213	0.2	MA	1148	0.7	MI	0534	4.1	JU	1203	0.5
	1548	3.7		1604	3.5		1741	4.1		1712	3.9		1238	0.0		1732	4.0
	2255	0.6		2254	0.9								1814	4.1			

Ilustración 50.- Predicción de mareas

Fuente: INOCAR

Se procede a realizar el relleno del cascajo cuando la marea se encuentre en niveles mínimos, los datos presentados en las tablas son datos aproximados, por lo que si es que varían considerablemente de la realidad es necesario contar con bombas de agua para controlar el nivel freático de la zona de la piscina.

En dicho proceso, al estar iniciando las actividades se transporta el agua mediante tuberías instaladas superficialmente, las cuales descargan a una caja de aguas lluvias con la tapa abierta para el paso del agua. Un proceso

más idóneo sería de realizar una caja con conexión directa a un sumidero, pero al tratarse de actividades de corta duración se procedió a su realización de aquella manera.

4.6.- OBRAS GENERALES DE CAMPAMENTO

Para poder realizar correctamente la planificación de todo el proyecto es necesario contar con un campamento adecuado. Para definir el espacio de donde ubicar el campamento, es fundamental conocer el área del terreno que ocupará la estructura de la estación.



Ilustración 51.- Implantación general de obra

Fuente: Sofratesa

Previamente definido aquello, se realiza la adecuada selección del sitio de campamento sin que interfiera en la construcción de la estructura principal de la estación, ya que es lo más importante, luego en caso de existir elementos tales como cisternas, se requerirá desalojar el campamento para realizar dicha construcción.



Ilustración 52.- Fotografía aérea de campamento

Fuente: Ing. Rafael Camacho

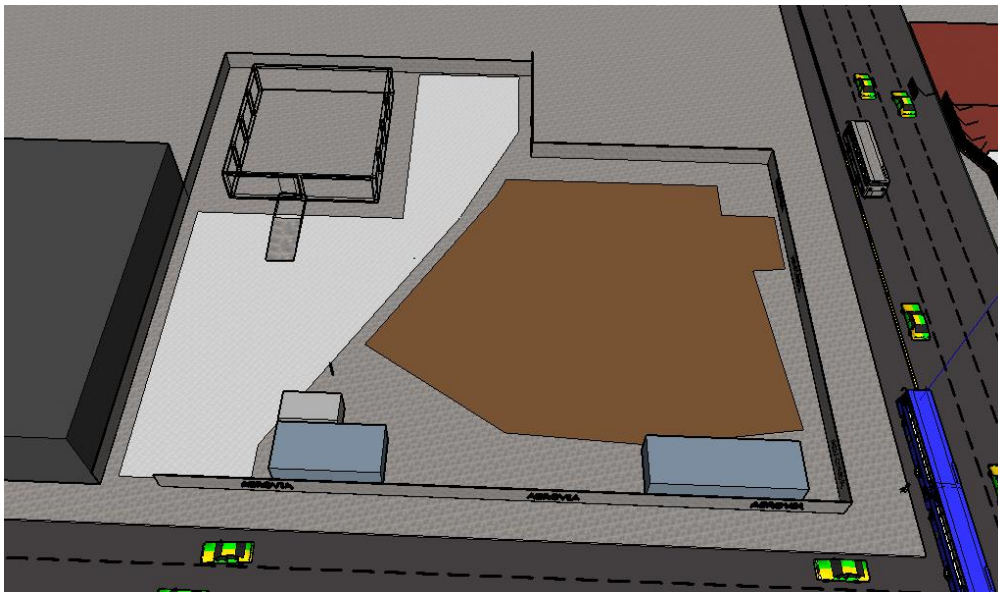


Ilustración 53.- Render ubicación de campamento

Fuente: Autor

Es necesario conocer la distribución del espacio destinado para cada cuarto, ya que de aquello depende qué tipo de instalaciones se realizarán para la función de aquel espacio. En la presente estación para el campamento principal se usó elementos prefabricados instalados en sitio. Para la cimentación, se procede a nivelar el terreno, luego se procede con la fundición de un replantillo simple.



Ilustración 54.- Fundición de replantillo

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Se realiza el armado del acero acorde a los planos, separándolos mediante galletas de hormigón para dar el adecuado recubrimiento, para luego realizar la respectiva fundición, mediante mixers, respetando el diseño establecido y usando los respectivos vibradores manuales. Se lo realiza por etapas, primero la parte inferior y luego de estar endurecido se procede con la fundición de la parte superior. Para aquellos elementos no se usó ningún aditivo ligante, sino que se procuró dejar la zona central de manera rugosa para lograr una buena adherencia con el elemento superior.



Ilustración 55.- Fundición de bases

Fuente: Ing. Rafael Camacho



Ilustración 56.- Bases culminadas

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Cuando se encuentra fundido, se procede a realizar la compactación con un rodillo doble tambor manual. El siguiente paso es realizar el montaje de la estructura prefabricada, para aquello es necesario la implementación de equipo pesado tal como una grúa telescópica. Se debe contar con oficiales para ofrecer algún tipo de ayuda en caso de ser necesaria, puesto que aquella instalación la realizan los trabajadores de la empresa proveedora.



Ilustración 57.- Grúa empleada

Fuente: Ing. Rafael Camacho



Ilustración 58.- Instalación de campamento
Fuente: Ing. Rafael Camacho

Adicionalmente, se puede instalar algún tipo de acera para el paso del personal, jardinerías, etc. Una vez instalado el campamento, se procede con la excavación del terreno para la instalación de tuberías de aguas servidas, así mismo con la construcción de una caja de aguas lluvias.

Para la excavación, se puede emplear la retroexcavadora, la cual sirve también para realizar el respectivo acopio del material excavado de un lado y el material de mejoramiento del otro. Antes de realizar el respectivo relleno es necesario realizar una adecuada compactación, se puede emplear el rodillo compactador doble tambor o apisonador tipo canguro. Luego de realizar la respectiva compactación se procede con el relleno del material de mejoramiento hasta el nivel marcado en planos, una vez revisado los niveles con topografía para la pendiente adecuada, se procede con la instalación de la tubería conforme a los diseños.

Aquella tubería se debe conectar a la tubería principal ubicada en la calle, por lo que es necesario ubicar la caja domiciliaria existente para que evacúe a la tubería principal. Una vez realizado, se procede a realizar el relleno hasta llegar a la cota de terreno para compactarlo posteriormente.



Ilustración 59.- Trabajos sanitarios

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Luego, se procede a colocar una capa de base con agregado de $\frac{3}{4}$ de pulgada, para evitar el polvo que se podría llegar a producir. Para el caso de la acometida eléctrica a la bóveda eléctrica para poseer energía para la realización de trabajos de la obra es necesario conocer de qué lugar conectarse a la red pública, puesto que, para aquello, el punto de la red pública debe ser de mayor voltaje que el requerido en la estación. Luego de ubicar aquel punto, se procede a realizar la instalación de todos los equipos; transformadores, tableros de medición, tableros de distribución, etc.

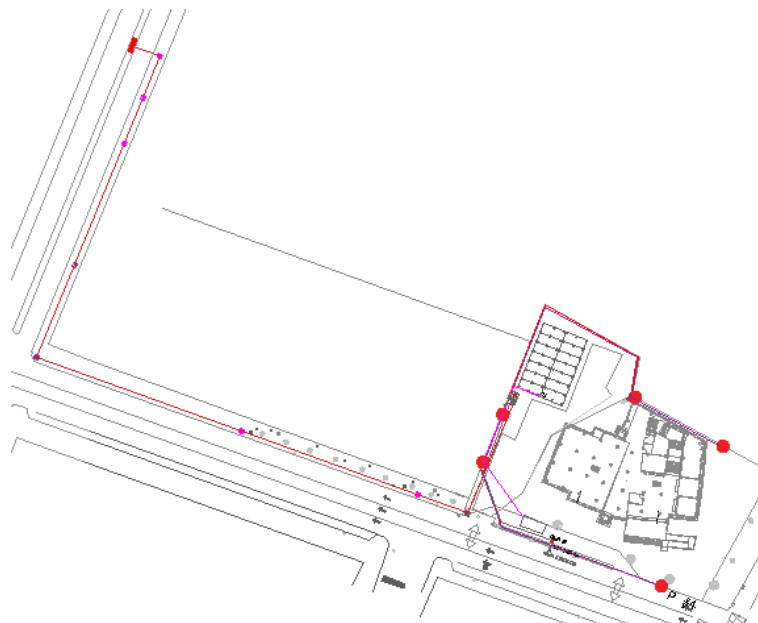


Ilustración 60.- Acometida eléctrica

Fuente: Ing. Rafael Camacho

Dentro de las obras generales del campamento, se puede incluir los lugares destinados a los diferentes tipos de desechos producidos en obra, bodega de materiales, lugar de acopio de combustibles, sitio de comedor, así como un cerramiento que delimita la zona de campamento con la zona de obra, aquel cerramiento es construido con malla para poder visualizar a la obra.



Ilustración 61.- Cerramiento en obra
Fuente: Ing. Rafael Camacho

4.7.- CIMENTACIÓN PROFUNDA

Antes de realizar la cimentación profunda, es necesario realizar un entibado metálico para sostener el empuje de la tierra alrededor del perímetro de la estructura principal.

Aquello se lo realiza mediante planchas metálicas de 2.40 m x 6 m, las cuales se sostienen con vigas HEB 200. Aquello se lo realiza, izando las planchas metálicas con la excavadora y colocando las vigas HEB con la excavadora.



Ilustración 62.- Entibado metálico

Fuente: Ing. Rafael Camacho

De igual forma, se procede a construir una caja que recibirá el agua bombeada de la cimentación y la transportará hacia un sumidero en las cercanías de la estación.



Ilustración 63.- Pozo para agua bombeada

Fuente: Autor

Los estudios de suelos realizados, indican que el estrato resistente para las cargas que se soportará se encuentra a una profundidad considerable, por lo que es necesario el uso de pilotes. Existen estudios preliminares para poder determinar las secciones y las longitudes de los pilotes, es necesario contar

en primer lugar con las cargas que deberá soportar los elementos. Para aquello es necesario un estudio denominado “Estudio de Falla y Servicio” el cual indica las cargas que soportará la estructura. Sabiendo las cargas que deberá soportar, se procede a realizar el diseño estructural correspondiente para que el pilote soporte dichos esfuerzos, aquel trabajo lo realizan los diseñadores.

El primer paso es la construcción de los pilotes, los cuales son elementos prefabricados. Se debe determinar la empresa que los construirá, lo siguiente es brindarle los respectivos planos para la construcción de los mismos. Antes de la fundición del elemento en los respectivos bancos, es necesario conocer diversas características de los materiales a emplearse, la dosificación a usar para el hormigón, así como las características de los equipos a emplearse en aquel proceso.

Se realiza el respectivo armado del acero de los pilotes, para luego tender los torones y realizar el respectivo tensado hasta alcanzar los esfuerzos indicados en el diseño.



Ilustración 64.- Instalación de acero en pilotes
Fuente: Ing. Aníbal García

Se procede con la fundición del elemento mediante retroexcavadoras, se realiza el respectivo vibrado del banco. Por lo general, se suele destensar a los 3 días de haberlos fundidos de allí se procede su respectivo curado mediante el uso de antisol, luego se lo acopia en otro sitio para almacenarlos.



Ilustración 65.- Encofrado metálico para pilotes

Fuente: Ing. Aníbal García



Ilustración 66.- Fundición de pilotes

Fuente: Ing. Aníbal García



Ilustración 67.- Acopio de pilotes

Fuente: Ing. Aníbal García

La cimentación del edificio de la Estación 04, se conformará por 90 pilotes de sección 0.50 m x 0.50 m. Dichos pilotes serán de una longitud de 29 m, formados por una sección inferior de 15 m y una parte superior 14 m.

Los pilotes de la Pilona G4 serán de 0.55 m x 0.55 m, con una longitud de 29 m, formados por 2 secciones iguales a las anteriores.

Para la pilona P.16-17, existirán 8 pilotes, de una sección de 0.50 m x 0.50 m, con una longitud de 30.60 m, formados por una sección inferior de 15.30 m y por una superior de 15.30 m.

Para la pilona P.15, existirán 8 pilotes de 30 m de longitud, formados por una sección inferior de 15 m y otra superior de 15 m.

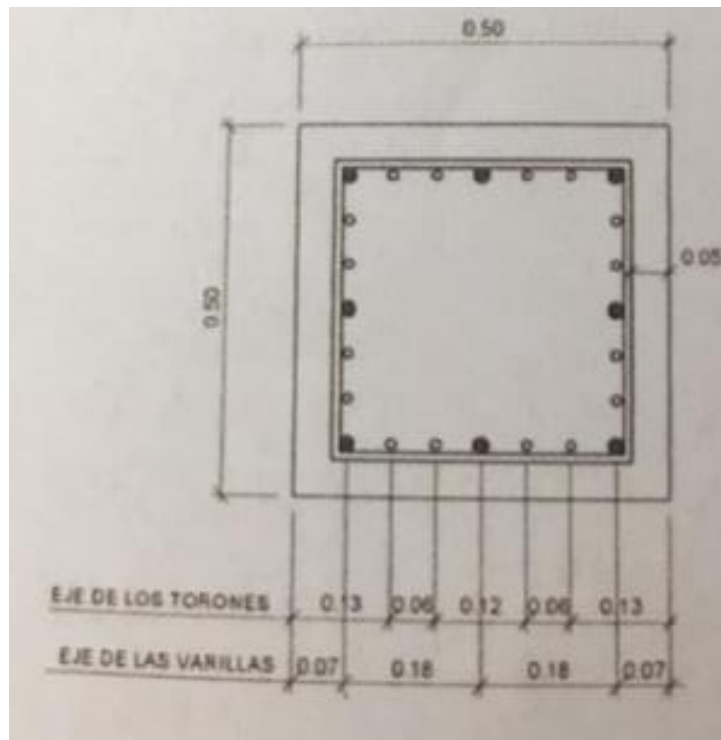


Ilustración 68.- Armadura de pilotes P.15
Fuente: Sofratesa

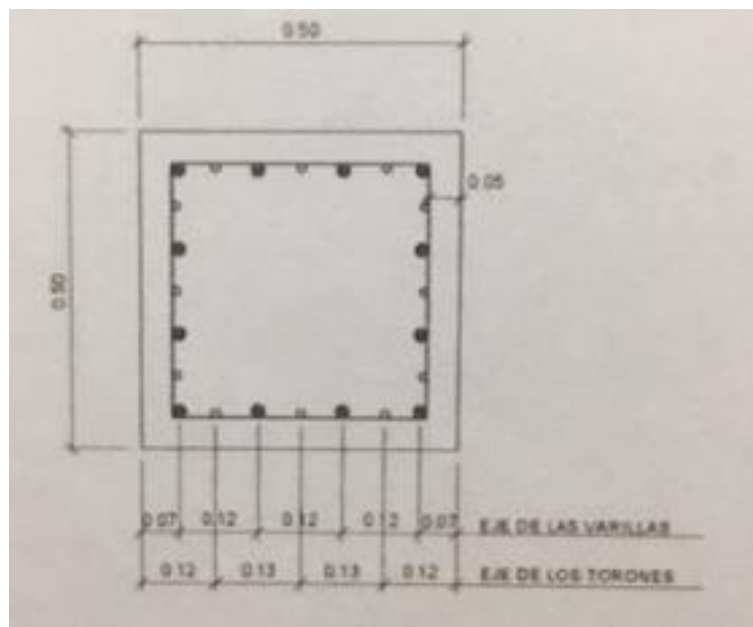


Ilustración 69.- Armadura de pilotes P.16-17
Fuente: Sofratesa

DETALLE DE ACOPLE DE PILOTES

ESCALA 1:20

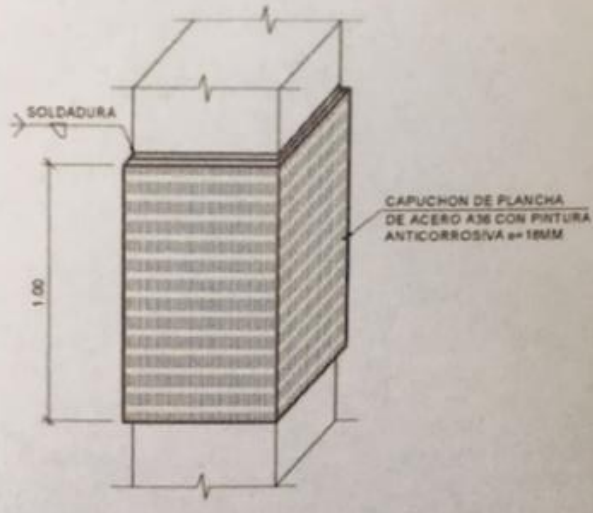


Ilustración 70.- Detalle de acople de pilotes
Fuente: Sofratesa

DETALLE DEL CORTE DEL PILOTE

ESCALA 1:25

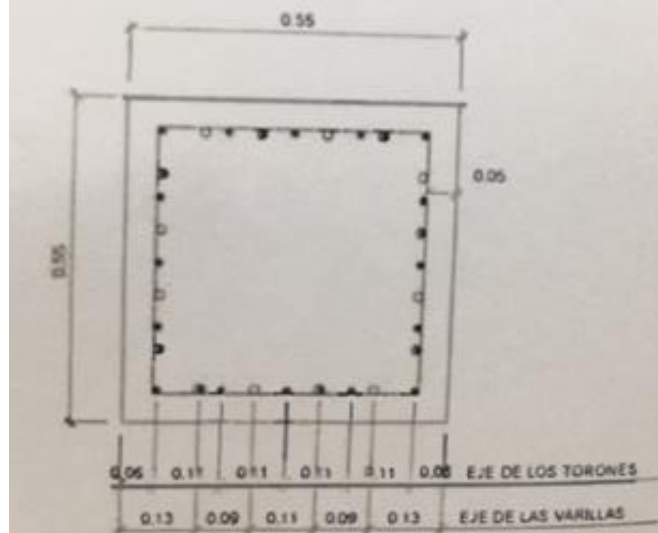


Ilustración 71.- Pilotes de la Estación 04
Fuente: Sofratesa

A los 7 días de haberlos fundidos se los traslada a la obra para realizar el respectivo hincado. Aquel proceso se lo realiza preferiblemente en la noche y se realiza el traslado acorde a las disposiciones del contratista, por ejemplo, si desea todas las partes inferiores primero y las superiores después.



Ilustración 72.- Llegada de pilotes a Estación 04
Fuente: Autor



Ilustración 73.- Izaje de pilotes
Fuente: Autor

Para acopiar los pilotes, es necesario el uso de una grúa, con su respectivo operador y un grupo de oficiales. Se conecta a los ganchos donde se iza, para permitir la elevación de los pilotes y trasladarlos hasta los sitios destinados de acopio, aquel proceso se repite para la llegada de los demás pilotes.

El hincado se recomienda realizarlo preferiblemente a los 10 días de haber sido fundido el elemento.

Para el proceso de hincado, es necesario conocer una implantación de los pilotes para poder ver el secuencial de hincado de pilotes.

Se realiza el hincado de los pilotes del eje B y del eje I, los cuales son los ejes perimetrales para luego realizar el hincado de manera lineal, desde la pila P.16-17 hasta finalizar con la pila P.15.

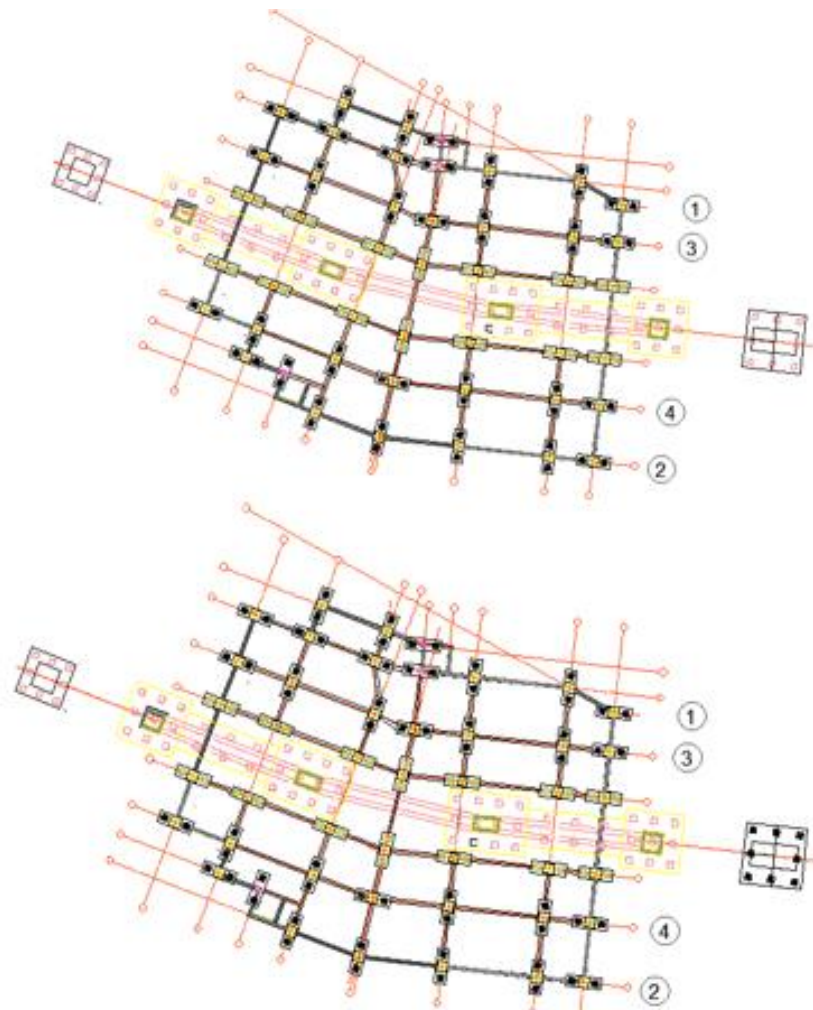


Ilustración 74.- Secuencial de hincado de pilotes

Fuente: Autor

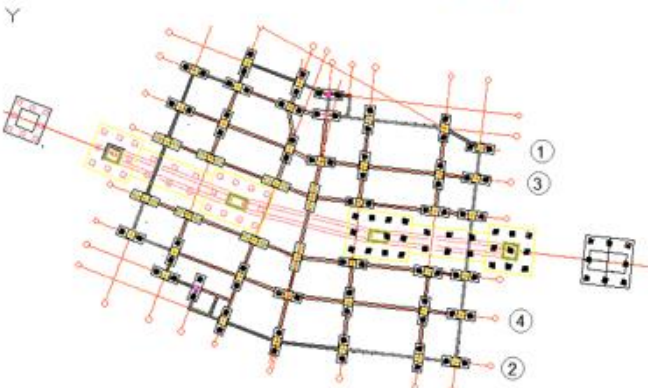
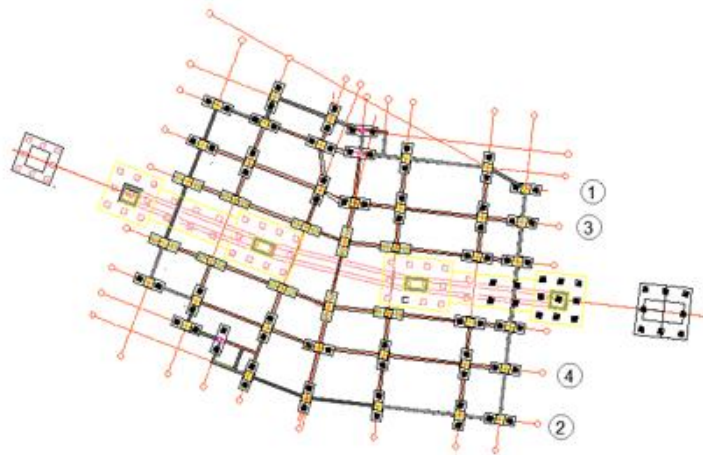


Ilustración 75.- Secuencial de hincado de pilotes en tramo central
Fuente: Autor

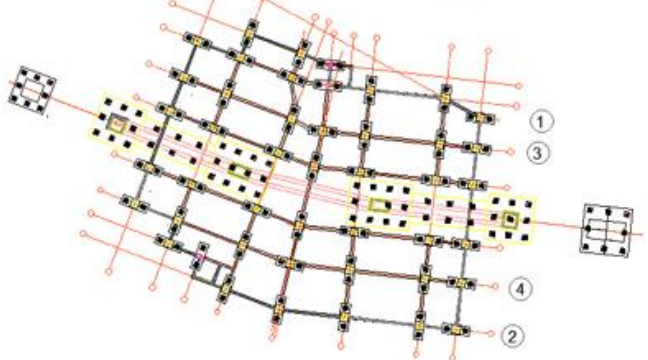
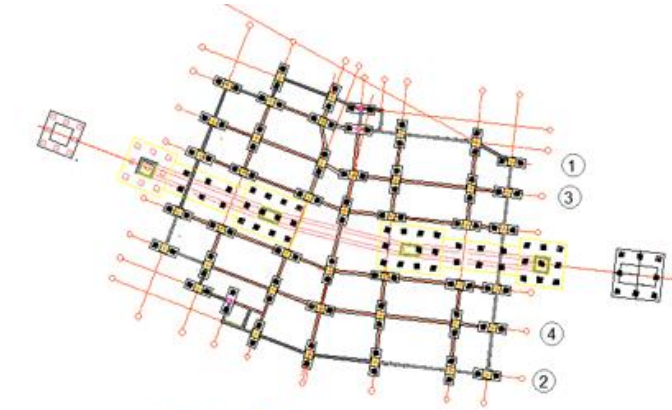


Ilustración 76.- Finalización de hincado de pilotes
Fuente: Autor

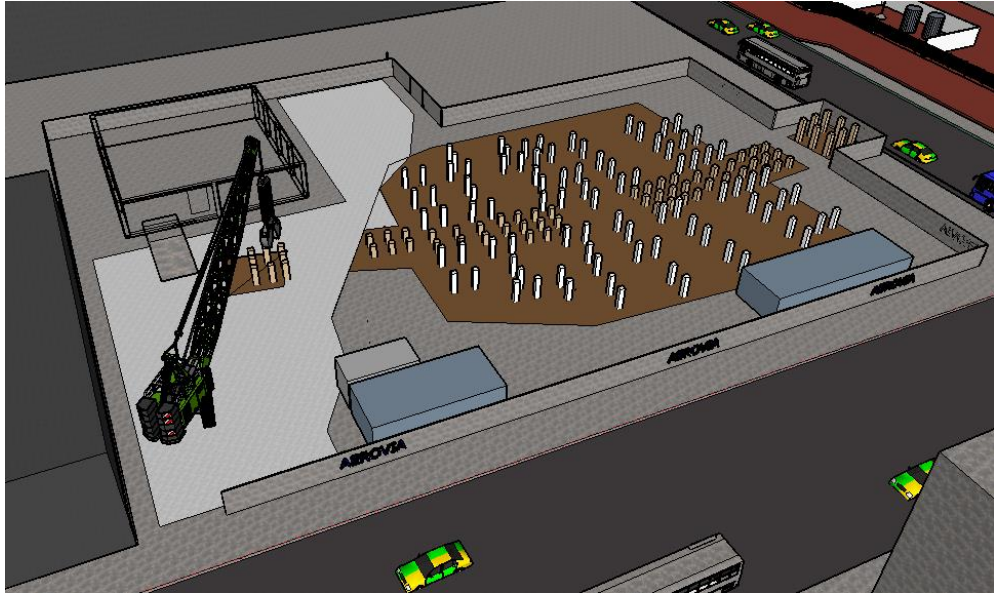


Ilustración 77.- Render de hincado de pilotes
Fuente: Autor

Para realizar el hincado, es necesario tener las coordenadas y cotas previamente replanteados con topografía. Para aquello se requiere el uso de la estación total, con su respectivo topógrafo y cadenero.



Ilustración 78.- Replanteo de coordenadas
Fuente: Autor

Cuando se encuentran replanteados los respectivos puntos, lo siguiente es realizar un pre-barrenado para empotrar el pilote en la parte inferior cierta longitud, preferiblemente más de 5 m. Aquel proceso se lo realiza mediante el uso de una hélice o por medio de percusión.



Ilustración 79.- Pre barrenado para hincado de pilotes
Fuente: Autor

Luego de realizar el respectivo pre-barrenado, se desacopla la barrenadora, para luego mediante un cable metálico sujetar la parte superior del pilote, izarlo y colocarlo verticalmente. Aquel proceso de otorgarle verticalidad, se lo realiza mediante el uso de una plomada en cada lado del pilote.



Ilustración 80.- Colocación de tramo inferior de pilote
Fuente: Autor

Luego de colocar la parte inferior de los pilotes, se realiza el hincado de los mismos. Se procede a acoplar el castillo con el martillo en la grúa, se coloca el martillo en el pilote y se realiza el respectivo hincado de la parte inferior hasta un metro debajo del extremo del pilote.

Se procede a colocar un capuchón metálico que sirve para otorgar continuidad de un tramo del pilote al otro. Se procede a realizar el mismo proceso de otorgar verticalidad al pilote de la parte superior.



Ilustración 81.- Colocación de capuchón metálico
Fuente: Autor

Cuando se encuentre en su ubicación, se realiza el proceso de soldadura de la parte superior y la parte inferior acorde a los diseños. Luego, se realizan las respectivas pruebas de soldadura, para proseguir con el respectivo hincado de la parte superior, hasta llegar a la cota de rechazo acorde a los estudios de hincabilidad.



Ilustración 82.- Soldadura en acople de pilote
Fuente: Autor

Se revisa luego con topografía el desplazamiento de los mismos, de los cuales todos entran dentro de los rangos permitidos por fiscalización. Aquel procedimiento se lo realiza para los demás pilotes siguiendo el secuencial establecido inicialmente.

4.8.- PREPARACIÓN PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Luego de realizar el respectivo hincado de los pilotes, se procede con el descabezado de los mismos.

Para aquello primero se realiza un derrocado hasta la cota de terreno, se lo realiza acoplando un martillo hidráulico a la retroexcavadora. Aquello se lo realiza partiendo desde los pilotes de la pila P.15 hasta la pila P.16-17. Aquello se lo realiza para que la excavadora pueda acceder hasta la pila P.16-17.



Ilustración 83.- Derrocado de pilote a nivel de terreno
Fuente: Autor

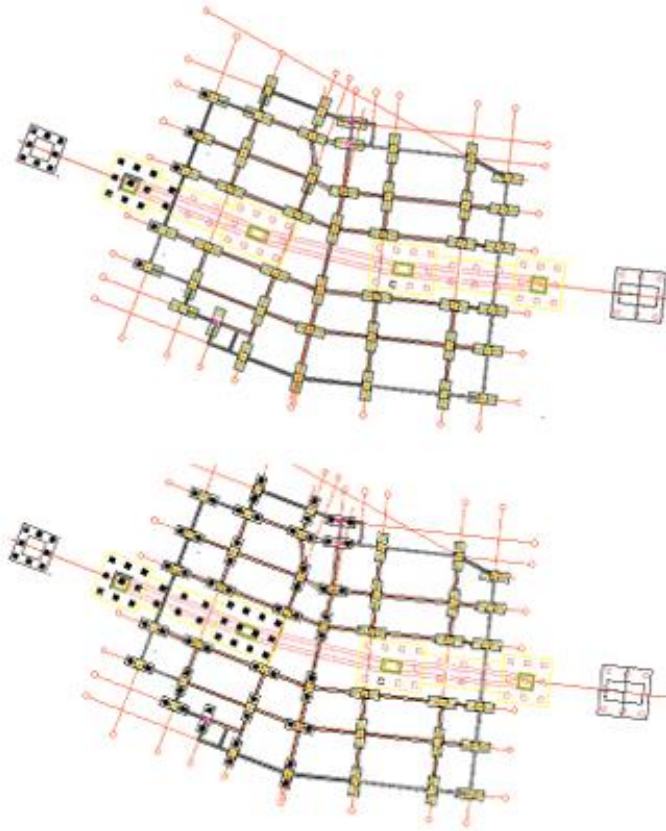


Ilustración 84.- Secuencial de derrocado

Fuente: Autor

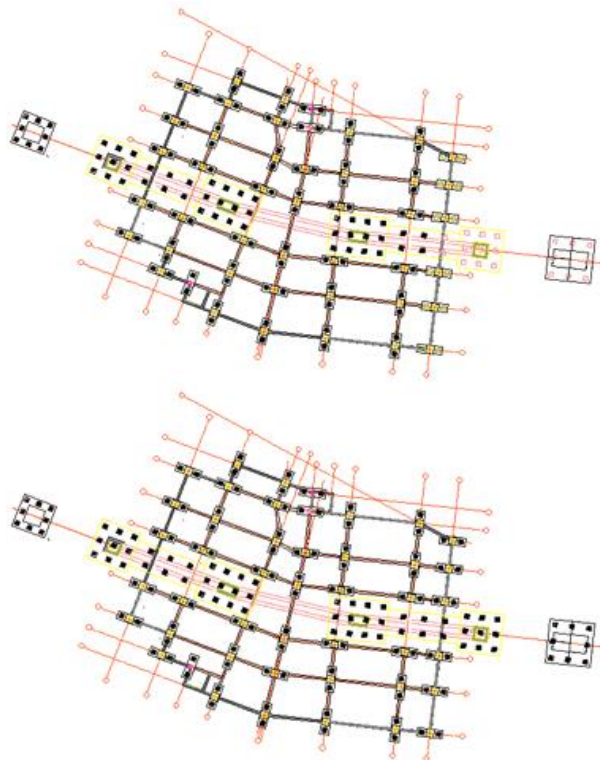


Ilustración 85.- Finalización de derrocado

Fuente: Autor

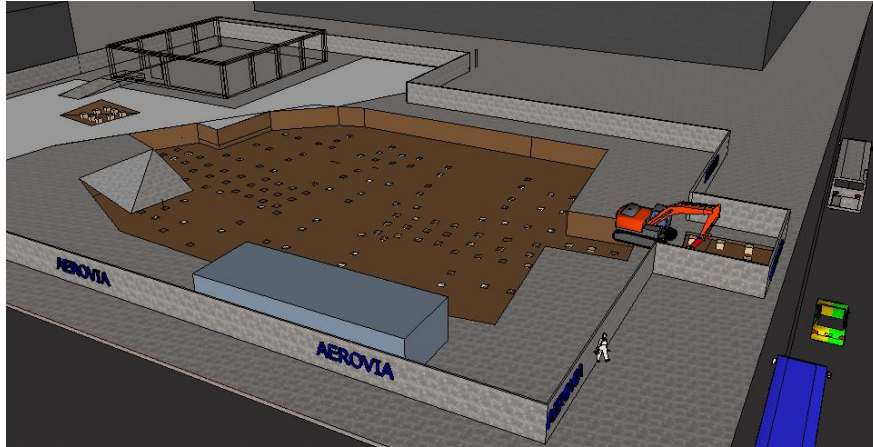


Ilustración 86.- Render de derrocado de pilotes

Fuente: Autor

Cuando se encuentra en la zona de la pila P.16 - 17, se procede realizar la excavación hasta el nivel de corte de los pilotes, el cual está indicado en los planos. Se realiza la excavación desde la pila P.16-17 hasta salir con la pila P.15, en sentido contrario a lo previamente mostrado en las figuras.

Se debe proveer de una flota de volquetas, para que conforme se excave se traslade el material a un botadero autorizado. Se excava hasta la cota de corte delimitada en los planos, para luego realizar un replantillo ciclópeo en la zona donde se situará la cimentación superficial de aquellos pilotes. Aquello se lo realiza conjunto a los topógrafos, que indican las coordenadas de los vértices de los elementos.



Ilustración 87.- Excavación

Fuente: Autor

El proceso es continuo, se excava y se realiza la fundición del replantillo. Se realiza aquel procedimiento hasta la pila P.15. Luego de fundir el replantillo, es necesario un proceso denominado descabezado de los pilotes, el cual consiste en demoler el hormigón de pilote, para que el acero esté expuesto, con el fin de acoplar el pilote al cabezal, aquella actividad se la realiza desde la pila P16-17 hasta llegar a la pila P.15.

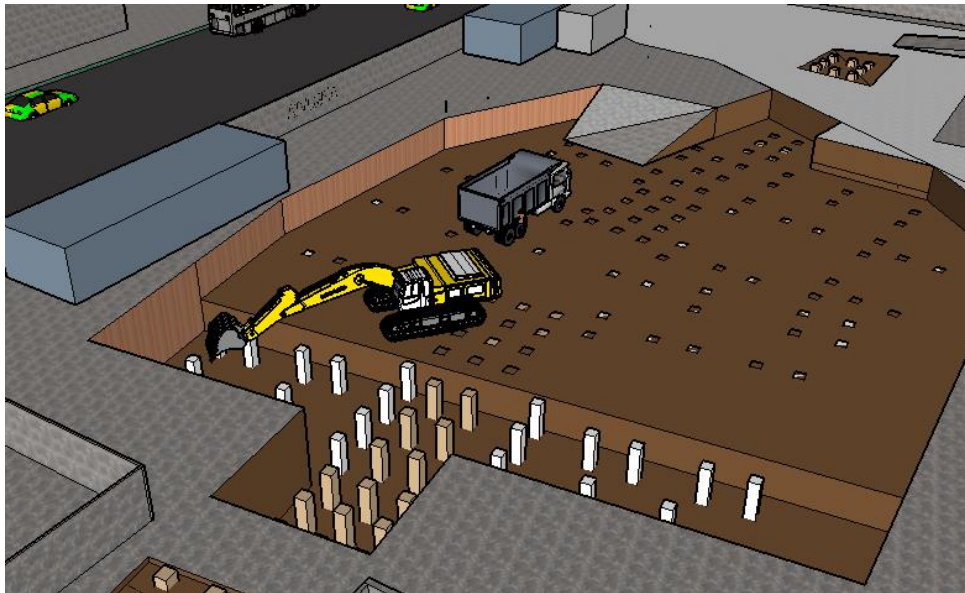


Ilustración 88.- Render de excavación de terreno junto a pilotes

Fuente: Autor

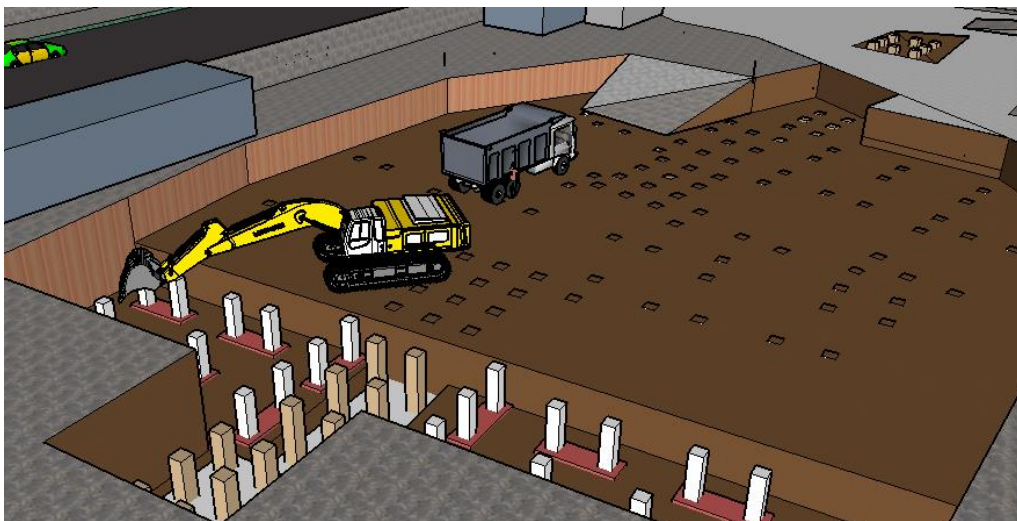


Ilustración 89.- Render de replantillo de cimentación

Fuente: Autor

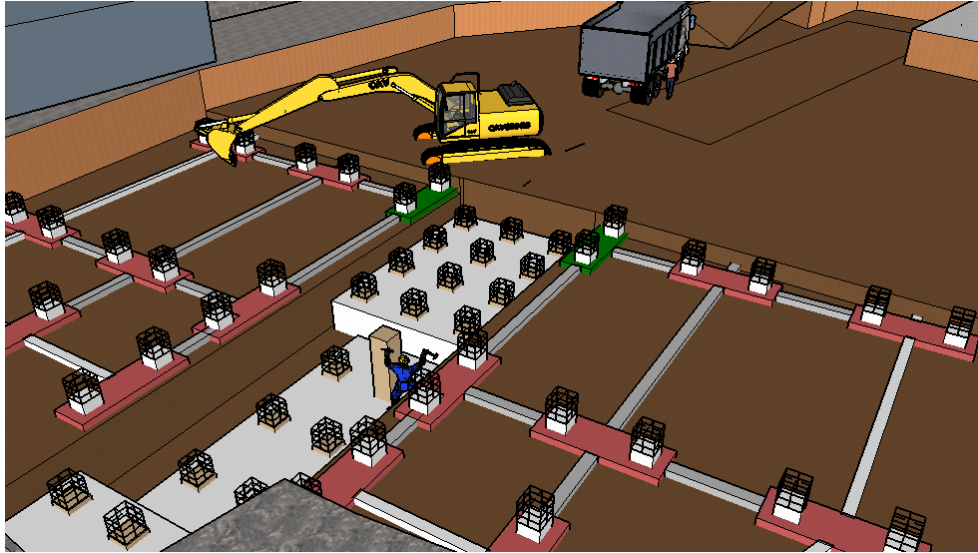


Ilustración 90.- Render de derrocado de pilotes
Fuente: Autor

Aquel proceso lo realiza un grupo de trabajadores denominados coloquialmente como descabezadores o piloteros, los cuales, mediante herramienta menor tal como combo y cincel, realizan el descabezado del pilote hasta la cota delimitada en los planos, que por lo general es 0.10 m arriba de la cota del replantillo.



Ilustración 91.- Marcación de niveles en pilotes a descabezar
Fuente: Autor



Ilustración 92.- Descabezado de pilotes
Fuente: Autor

Usualmente quedan restos de hormigón correspondientes al núcleo del pilote, por lo que para eliminarlos completamente se sujeta, con la misma excavadora que se encuentra excavando para realizar el replantillo, una manguera de tela de 4 pulgadas y una cadena a dicha parte del pilote, para poder luego retirarlo completamente hacia las volquetas que desalojan el material. En caso de existir algún resto del núcleo de hormigón, se procede a eliminarlo mediante un martillo demoledor.



Ilustración 93.- Descabezado total de pilotes
Fuente: Autor

4.9.- CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Se realiza el corte y figurado de las diferentes marcas que compondrán los cabezales de la cimentación de las pilonas y del edificio.

Para realizar aquello se debe disponer del material en obra, el material se lo pide para realizar determinados números de cabezales, debido a que si se pide para toda la cimentación se va a almacenar más material del que el espacio puede otorgar. Se requiere un grupo de oficiales y de fierreros.

Aquel trabajo se lo realiza en una cama de doblado, debidamente colocado en obra para no impedir la realización de algún trabajo, luego se acopia ordenadamente cada marca.



Ilustración 94.- Acopio de diferentes marcas de acero para distintos elementos

Fuente: Autor

Inicialmente se realiza el armado de los cabezales, pedestales y muros perimetrales del eje B y del eje I los cuales se elevan desde la cota +0.20 hasta la cota finalizada del primer nivel, a la cota +4.45 terminada.

Aquellos muros se los dispone con un armado vertical como marca en los planos, en la zona con el empuje activo con varillas de 14 mm y en la parte inferior con varillas de 12 mm, separados cada 0.22 m.

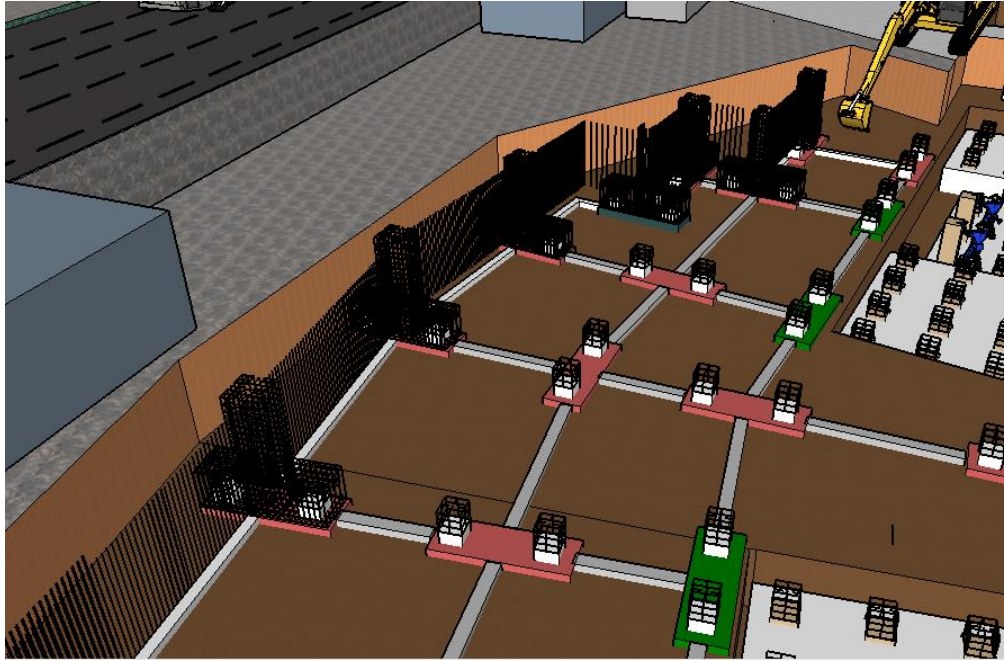


Ilustración 95.- Armado de acero en muros perimetrales
Fuente: Autor

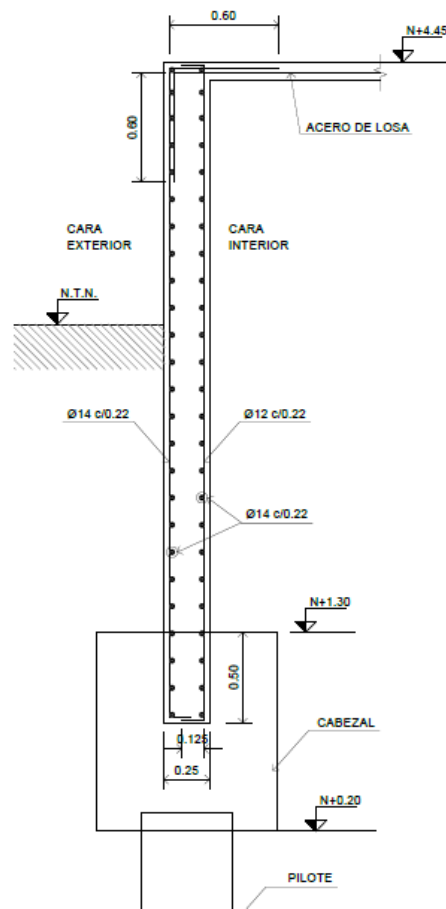


Ilustración 96.- Detalle de muros perimetrales
Fuente: Sofratesa

Así mismo como existen cabezales que contienen vigas de sección 0.30 m x 0.70 m que unen la cimentación, se realiza el respectivo traslape hacia aquellos elementos. Una práctica común es dejar aquel traslape a 1/3 de la distancia existente entre aquellos cabezales.

Cuando se tiene completo el armado de los cabezales y muros, se procede con la colocación de galletas de hormigón, las cuales otorgarán el recubrimiento especificado en los planos. Aquellas galletas se las amarra a los elementos antes de la colocación del encofrado.



Ilustración 97.- Traslape de vigas de cimentación
Fuente: Autor

Debido a la gran altura de los mismos, se decidió realizar la fundición por etapas. La primera etapa de aquella fundición, consiste en la fundición hasta la cota finalizada del cabezal, el cual marca la cota +2.10. Para aquello es necesario contar con el encofrado adecuado, el cual debido a la cantidad de varillas de las vigas que atraviesan los cabezales hacia otros cabezales, es más adecuada la fundición usando planchas de plywood de 18 mm de espesor, reforzadas con cuartones duros de 2" x 2".

Para aquel trabajo es necesario un grupo de carpinteros y oficiales, los cuales darán la forma deseada para el encofrado. Se procede a la colocación del encofrado, luego a realizar el debido apuntalamiento del mismo. Aquello se lo

realiza por lo general donde los esfuerzos son máximos, lo que ocurre a $\frac{1}{3}$ de la altura medida desde la base del mismo, siguiendo una distribución triangular de los esfuerzos.



Ilustración 98.- Encofrado para fundición de 1era etapa
Fuente: Autor

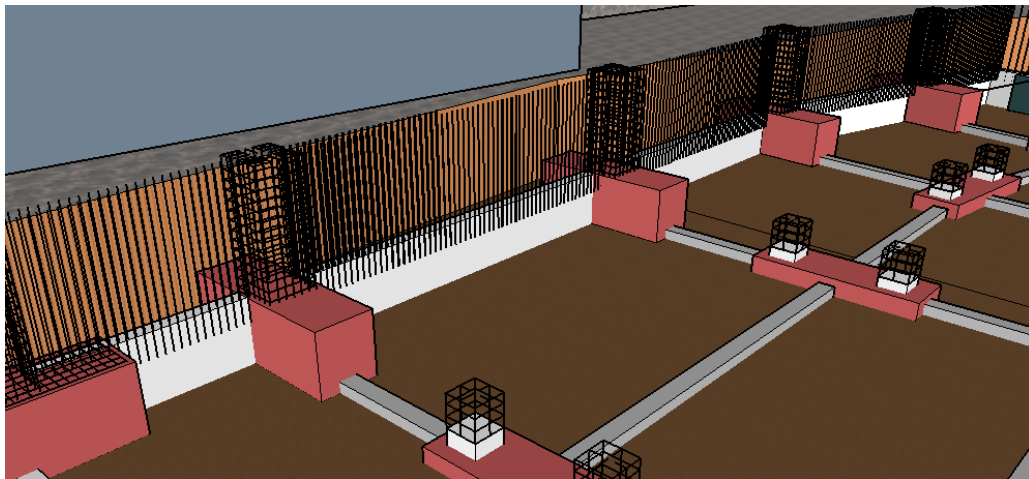


Ilustración 99.- Render de fundición de 1era etapa
Fuente: Autor

Cuando se realiza el correcto apuntalamiento del encofrado se revisa la verticalidad del encofrado y se procede a la fundición de los mismos. Aquello se lo realiza usando mixers con hormigón premezclado de 350 kg/cm^2 siguiendo las disposiciones del diseñador. Se lo realiza usando una bomba

SCHWING SP 750 – 15, la cual tiene un alcance hasta 100 metros verticalmente y 350 metros en sentido horizontal, para ayudar al vaciado del hormigón, de igual manera, se debe contar con vibradores manuales para realizar la respectiva distribución del hormigón para evitar el aire atrapado en el mismo.



Ilustración 100.- Mixer para fundición de muros perimetrales
Fuente: Autor



Ilustración 101.- Vaciado de hormigón en bomba
Fuente: Autor



Ilustración 102.- Proceso de fundición
Fuente: Autor

Luego de 12 horas se desencofra y se procede a su respectivo curado con antisol. Aquel procedimiento se repite para el otro lado del muro.

Luego de realizar la fundición hasta la cota +2.10 es necesario realizar la fundición hasta determinada cota del muro, para aquello se debe revisar en los planos si existe algún elemento que impida dicha fundición. Se realiza la fundición del muro hasta la cota de +3.85 dada las anteriores recomendaciones, aquello aplica para el muro del lado opuesto.

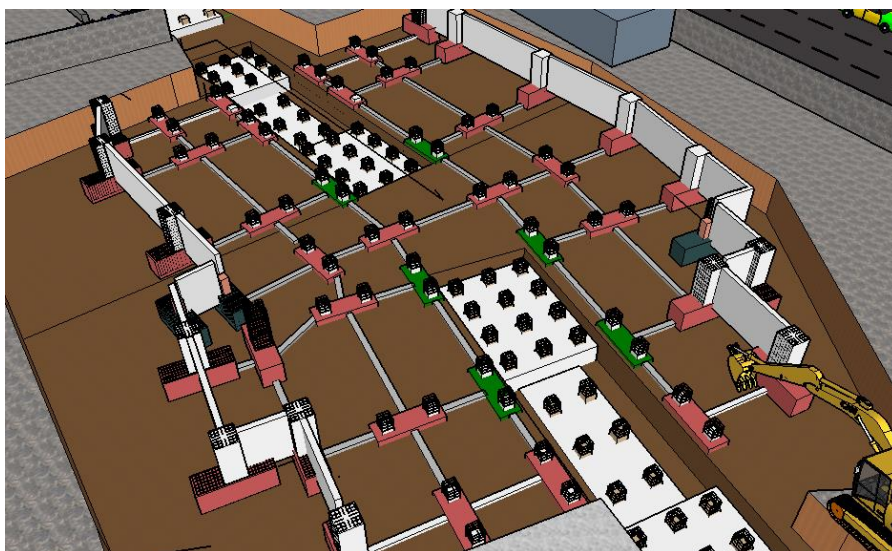


Ilustración 103.- Render de muros perimetrales en extremos opuestos de la estación
Fuente: Autor

Inicialmente se realiza la construcción de una plataforma para poder realizar el respectivo encofrado del mismo.



Ilustración 104.- Plataforma de acceso
Fuente: Autor

El encofrado utilizado para aquel muro son encofrados modulares provistos por una compañía externa. Se realiza el encofrado de los muros y de los correspondientes pedestales. Se procede a fundir de la misma manera de la parte inferior, mediante el uso de bombas, colocando un aditivo ligante para hormigón antiguo con el nuevo, luego de 12 horas se procede al desencofrado y curado del mismo. De igual manera se deben colocar los debidos traslapes de las varillas correspondientes a las columnas.



Ilustración 105.- Encofrado de muro perimetral para fundición de 2da etapa
Fuente: Autor



Ilustración 106.- Fundición de 2da etapa de muro perimetral
Fuente: Autor



Ilustración 107.- Curado de muro perimetral
Fuente: Autor

Cuando se encuentre fundido ambos lados del muro, se procede con el relleno del lado perimetral del mismo, luego de determinar que aquel muro pueda recibir carga, esto es cuando cumple el 75% de su resistencia, aquello se lo realiza mediante retroexcavadoras, el material empleado se lo provee de canteras mediante volquetas.

Aquel material debe cumplir con los requisitos de las normas, de igual manera se debe realizar su debida compactación mediante vibradores de doble tambor manual, en capas pequeñas con la debida cantidad de agua, obtenida del próctor.



Ilustración 108.- Relleno de muro perimetral

Fuente: Autor

Aquello se lo realiza para que luego, en la prueba de densímetro nuclear, la cual la realiza personal calificado, supere el grado de compactación aprobado por fiscalización. Aquel relleno se lo realiza luego en el muro del eje B, aquello sirve para permitir el almacenamiento de varillas en etapas posteriores.



Ilustración 109.- Densímetro nuclear

Fuente: Autor

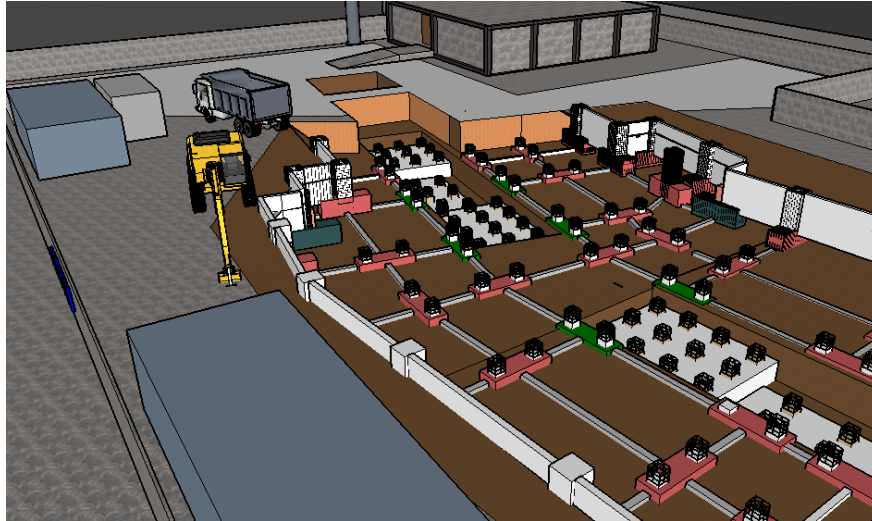


Ilustración 110.- Render de relleno de muro perimetral
Fuente: Autor

Para el caso de la Estación 04 se procede a realizar el armado de acero de la pila P.16-17. Aquella pila posee unas dimensiones de 5.20 m x 5.20 m, una altura de 1.60 m y una cota de corte del pilote de +1.19 m. El hormigón empleado en aquella pila posee una resistencia de 280 kg/cm².

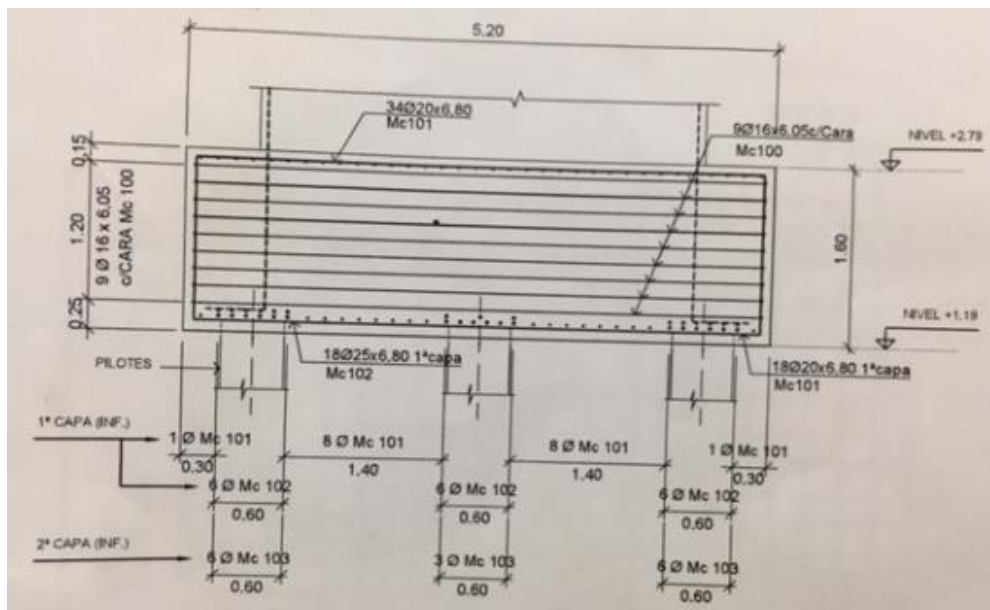


Ilustración 111.- Armado de acero de cabezal de la pila P.16-17
Fuente: Sofratesa

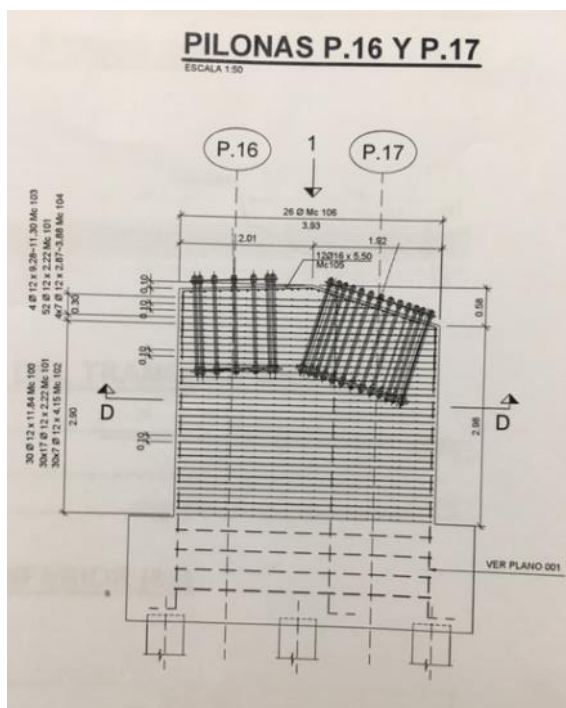


Ilustración 112.- Armado de acero de pedestal de la piona P.16-17
Fuente: Autor

Previo a la instalación del acero, al igual que en los cabezales, es necesario conocer las coordenadas de las esquinas del elemento, para luego mediante el uso de piolas trazar la línea del elemento acabada. A partir de aquella línea, se dejará el recubrimiento indicado en los planos y se empezará a realizar el armado de la parte inferior de la piona, luego la parte superior, para instalar después la parte del pedestal.



Ilustración 113.- Armado de parte inferior de piona P.16-17
Fuente: Autor



Ilustración 114.- Armado de parte superior de Pilona P.16-17
Fuente: Autor



Ilustración 115.- Render de armado de acero de pizona P.16-17
Fuente: Autor

Luego se realiza el encofrado, se revisa su correcto apuntalamiento para luego realizar la fundición. Primero se realizará la fundición hasta la cota final del cabezal ubicada a la cota + 2.79. Aquella fundición se hará en una sola parte, se realizará empleando hormigón con hielo para el control de la temperatura. Se realizará la fundición empleando la bomba previamente

usada en el muro, se la realizará preferiblemente desde la calle, hacia el interior.

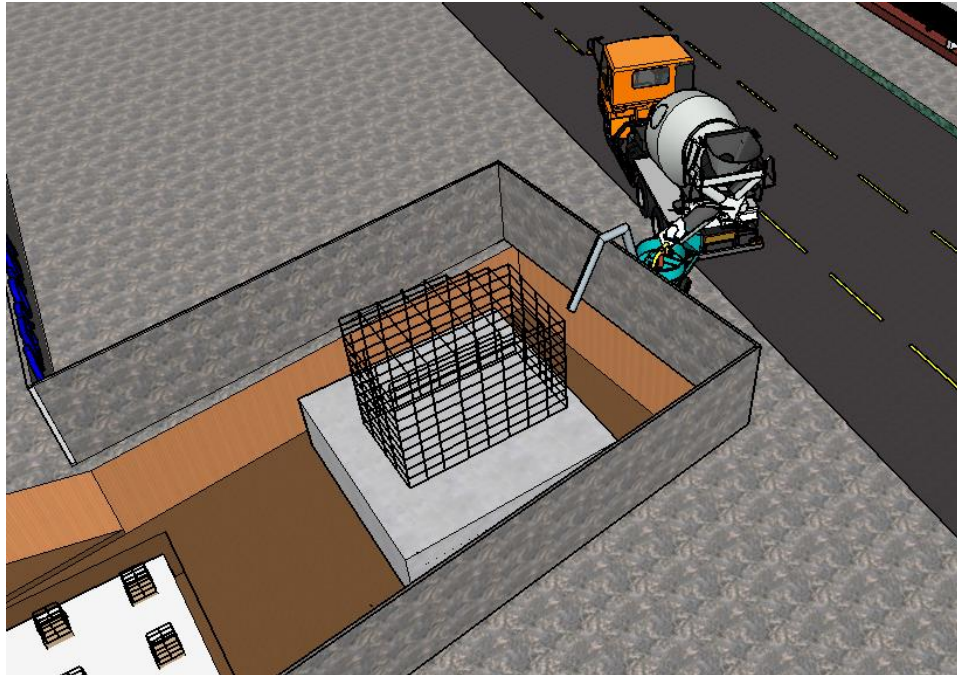


Ilustración 116.- Render de proceso de fundición
Fuente: Autor



Ilustración 117.- Fundición de pilona P.16-17
Fuente: Autor



Ilustración 118.- Fundición de cabezal de pila P.16-17

Fuente: Autor

Se procede al desencofrado para luego realizar la instalación de los estribos superiores y de los pernos de anclaje, los cuales se conectarán a la columna metálica que existirá en aquel elemento.

Aquellos pernos, se procede a instalarlos previamente a la colocación de los últimos estribos, se lo realiza por medio de ayuda con una grúa y con la debida topografía. Aquellos pernos son de tipo M45 con una longitud de 1.50 m, así mismo se dejan los debidos pasantes para diversos sistemas existentes, tales como la toma a tierra.

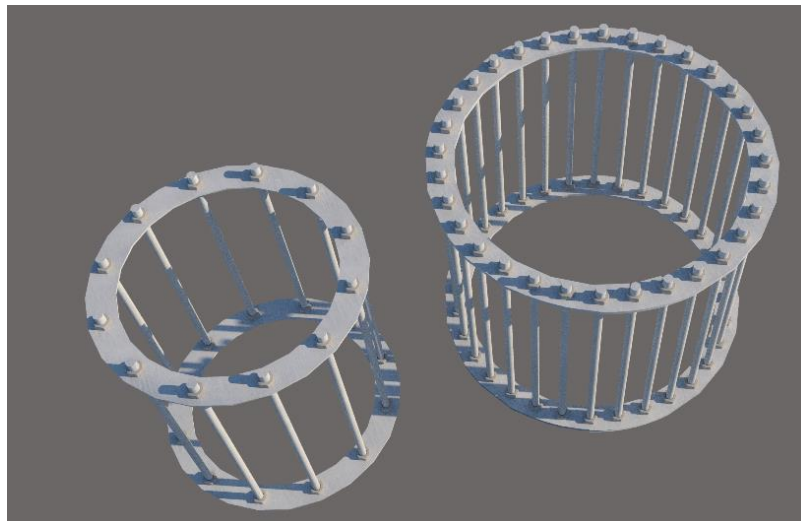


Ilustración 119.- Pernos de anclaje

Fuente: Autor

Para la colocación de los pernos de anclaje se suelda a la parte superior de las arandelas unos perfiles metálicos con puntos de soldadura común, luego se procede al izaje de aquel elemento usando los perfiles previamente instalados.



Ilustración 120.- Izaje de pernos de anclaje
Fuente: Autor



Ilustración 121.- Colocación de pernos de anclaje
Fuente: Autor

Luego se procede a la colocación en sitio de aquellos elementos, los cuales se soportan sobre la parte superior del encofrado. El correcto posicionamiento de aquel elemento es revisado mediante topografía. Al quedar ubicado en el lugar correcto, se procede a realizar el armado de los elementos faltantes y finalmente se procede a culminar el encofrado.



Ilustración 122.- Colocación en encofrado de pernos de anclaje
Fuente: Autor



Ilustración 123.- Ubicación final de pernos de anclaje
Fuente: Autor

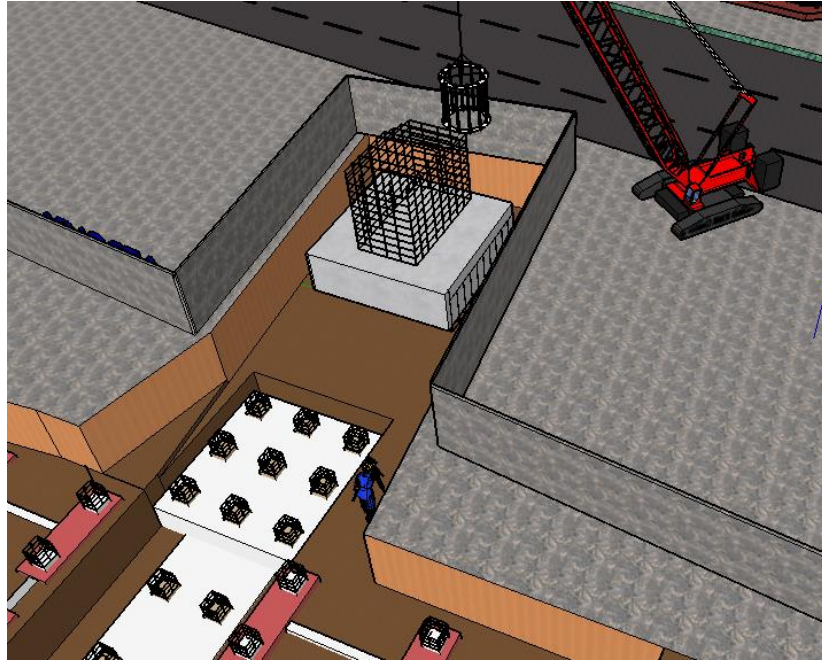


Ilustración 124.- Render de colocación de pernos de anclaje
Fuente: Autor

Luego de realizar la debida colocación de los mismos, se procede al encofrado y la fundición del elemento mediante el uso de mixers, empleando el mismo procedimiento anterior. Cabe recalcar, que aquellos pernos quedan 185 mm expuestos desde el nivel del hormigón, aquello por recomendación del fabricante, puesto que se conectará el sistema que transmitirá la carga del sistema a su cimentación, aquel tema como se mencionó inicialmente, no se lo abarca en el presente trabajo.

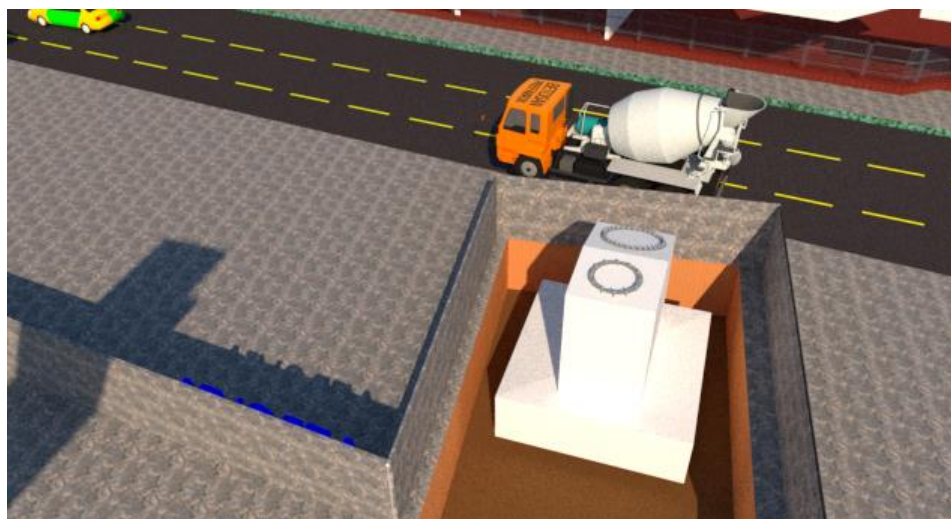


Ilustración 125.- Render de fundición
Fuente: Autor

Luego de instalar la pizona P.16 -17 se procede con la pizona G4 B. A continuación, se muestran las características de la pizona G4 B, el cual es el mismo que el de la pizona G4 A.

Posee un cabezal de 5 m x 6.80 m, con una altura de 2.50 m, la cual se una por medio de una viga de 8.40 m de largo por 3.20 m de ancho con una altura de 1.60 m a otro cabezal de secciones de 5 m x 5m con una altura de 2.50 m.

Aquellos elementos son la cimentación de la estructura principal del sistema aero-suspendido en la Estación 04.

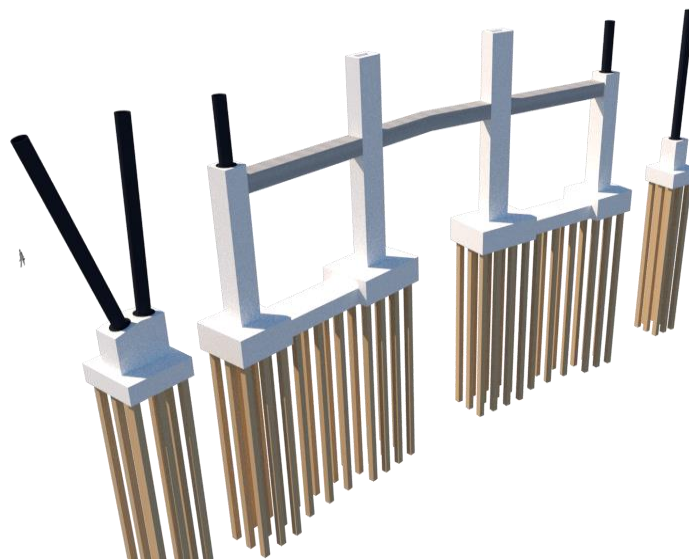


Ilustración 126.- Render de cimentación de elementos principales en Estación 04

Fuente: Autor

Es importante recalcar, que para el acero de aquella pizona se decidió enviar a figurar aquellas marcas. Por lo que solo es necesario realizar la instalación de los mismos. Para la instalación de los mismos se procede de manera similar a la instalación de la pizona P.16-17.

Se delimitan las coordenadas de los vértices con piola para luego poder otorgar el respectivo recubrimiento y realizar la instalación de los mismos. Así mismo se realiza el respectivo armado de las columnas que se traslapan en aquel cabezal, se colocan los debidos pasantes para los diferentes sistemas existentes.

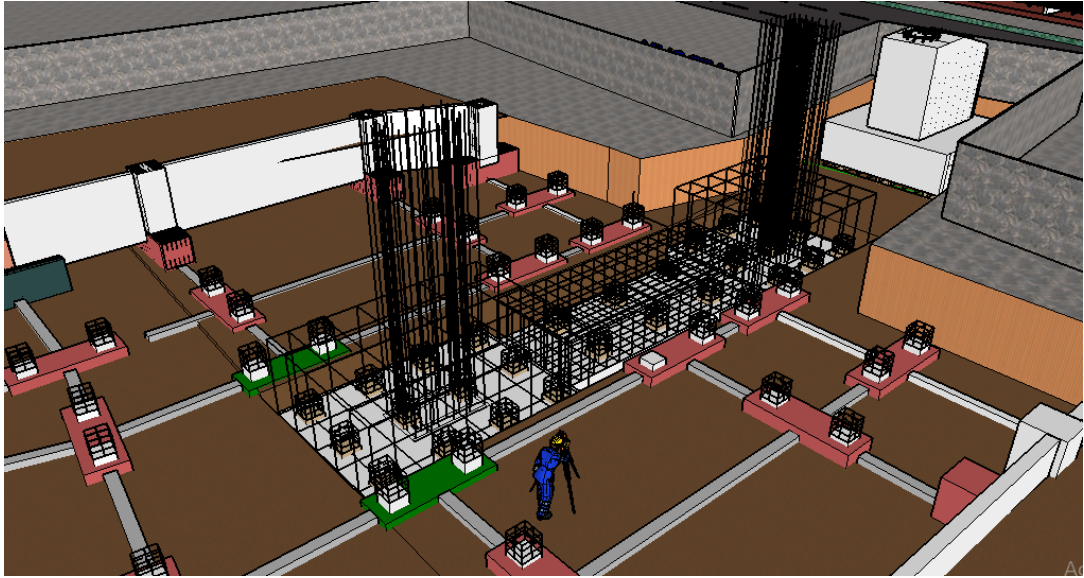


Ilustración 127.- Render de pila P.16-17
Fuente: Autor



Ilustración 128.- Acero de pila P.16-17
Fuente: Autor

El encofrado de aquel elemento se lo realiza con tableros modulares, se procede a realizar el debido apuntalamiento para luego mediante el uso de la bomba estacionaria de hormigón, realizar la fundición. La fundición de aquel elemento preferiblemente se realizará con hormigón con hielo debidamente dosificado para el control de temperatura.



Ilustración 129.- Colocación de tuberías para la fundición
Fuente: Autor



Ilustración 130.- Fundición de cimentación
Fuente: Autor



Ilustración 131.- Fundición de viga riostra de cimentación
Fuente: Autor



Ilustración 132.- Fundición de cabezal de G4 B
Fuente: Autor

El desencofrado se lo realiza a las 48 horas, luego se procede a realizar el debido curado de aquel elemento mediante el uso de antisol.



Ilustración 133.- Cimentación de G4 B
Fuente: Autor

Aquel procedimiento se repite para el elemento de la pila G4 A, se realiza el armado de acero para luego realizar la fundición del elemento de la misma forma en la que se realizó la G4 B.

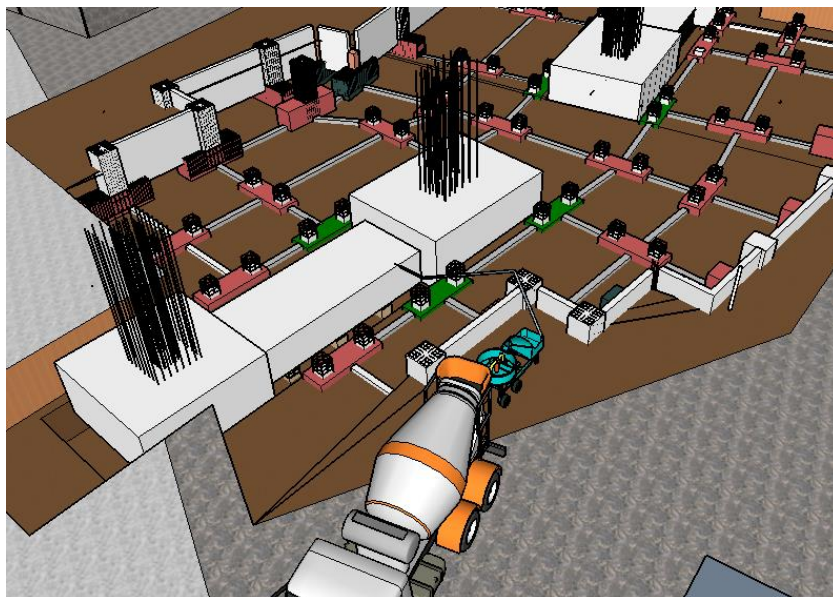


Ilustración 134.- Render de cimentación de pilonas G4 culminadas
Fuente: Autor

Luego de la fundición del elemento, se realiza el armado de acero de la pila P.15. La fundición se la realiza en 2 etapas, la primera hasta el nivel de cabezal, dejando embebido el acero del pedestal tal como se lo realizó en la pila P.16 -17.

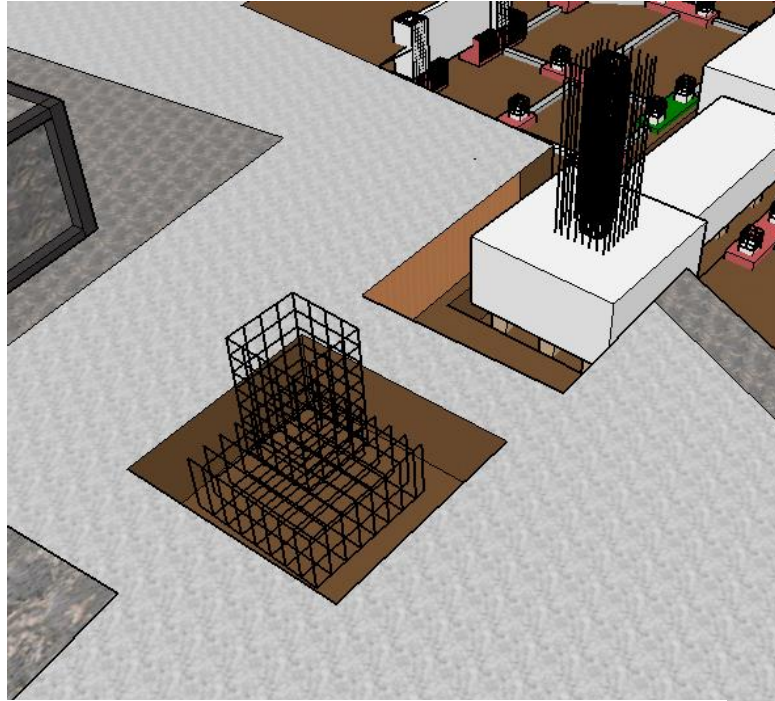


Ilustración 135.- Armado de acero de pila P.15
Fuente: Autor

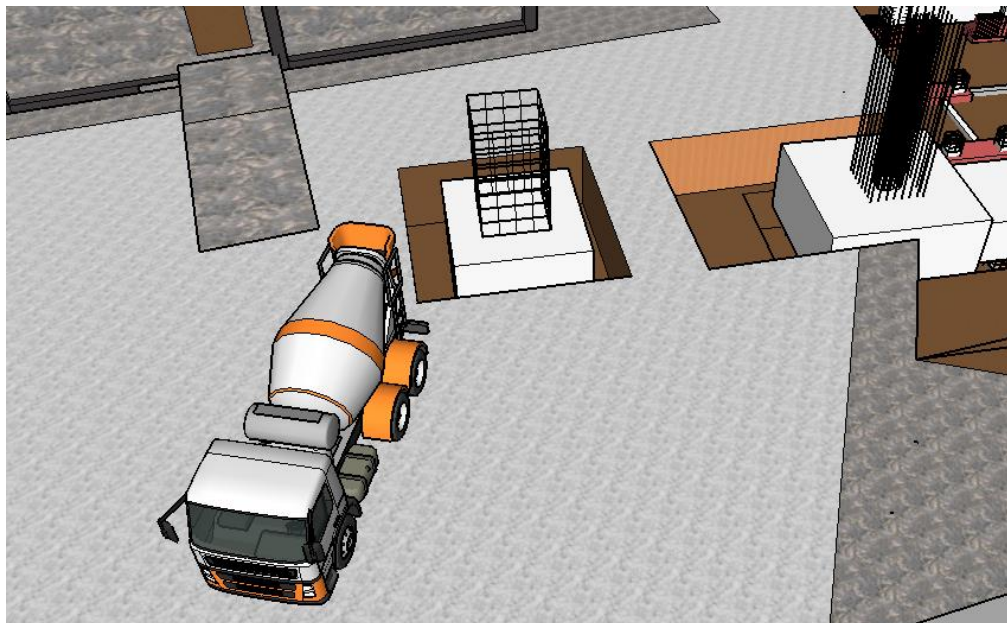


Ilustración 136.- Render de fundición de elemento P.15 hasta nivel de cabezal
Fuente: Autor

De igual manera se procede con la instalación de los pernos de anclaje mediante una grúa, así mismo se dejan los debidos pasantes para las instalaciones de diversos sistemas, luego se procede con la debida fundición.

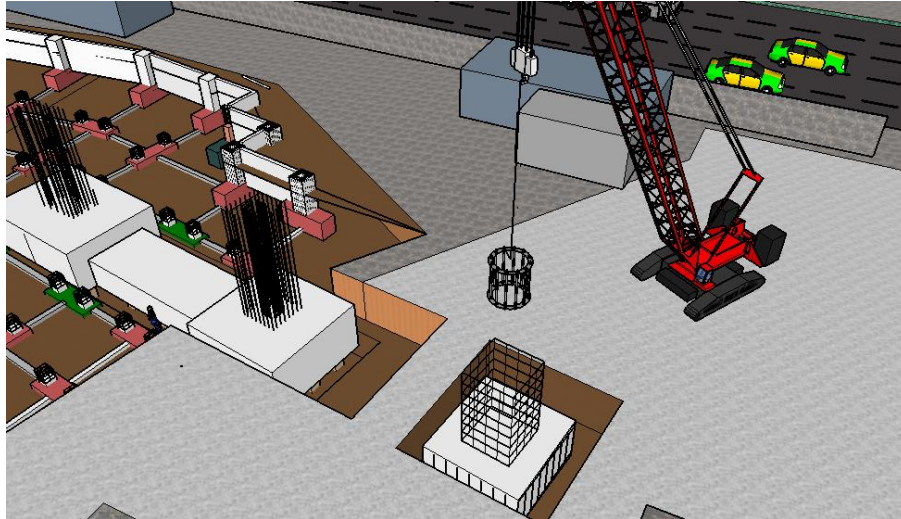


Ilustración 137.- Render de colocación de pernos de anclaje en pilona P.15
Fuente: Autor

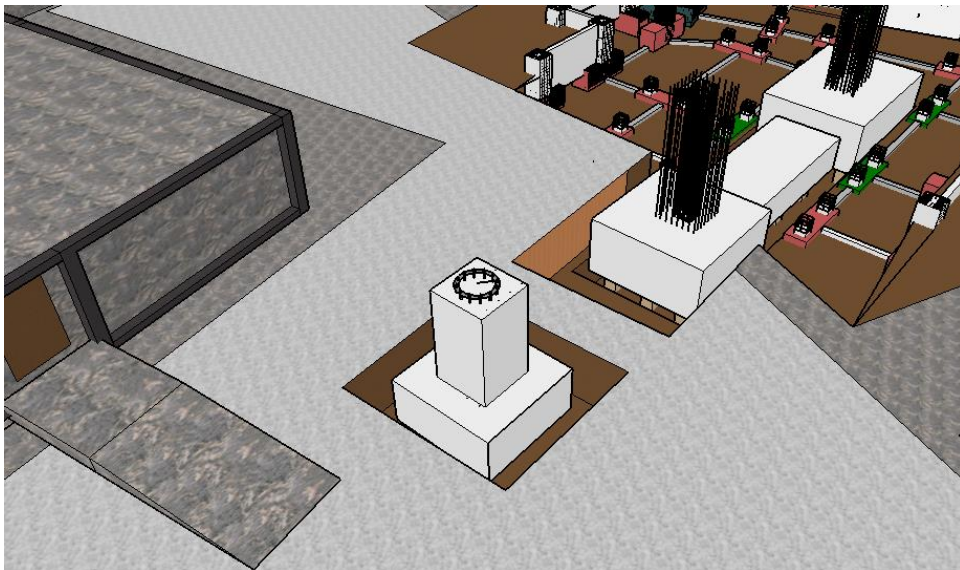


Ilustración 138.- Fundición de pilona P.15 hasta nivel de pedestal
Fuente: Autor

Luego de la fundición de los elementos principales, se procede a la instalación de acero de los ejes del muro perimetral faltantes exceptuando una cara del mismo para una etapa posterior del proceso constructivo, luego se realiza su fundición hasta la cota fundida de muro en procesos previos.

Finalmente, se repite el proceso y se realiza la respectiva fundición de los cabezales y vigas de los edificios faltantes, junto a demás elementos como la losa de fondo de ascensor y se dejan los respectivos traslapes para el acero de escaleras. Para los pedestales, también conocidos como dados, los cuales nacen de los cabezales, también es necesario fundirlos hasta el mismo nivel de los muros, aquello con el fin de fundir monóticamente la losa en etapas posteriores.

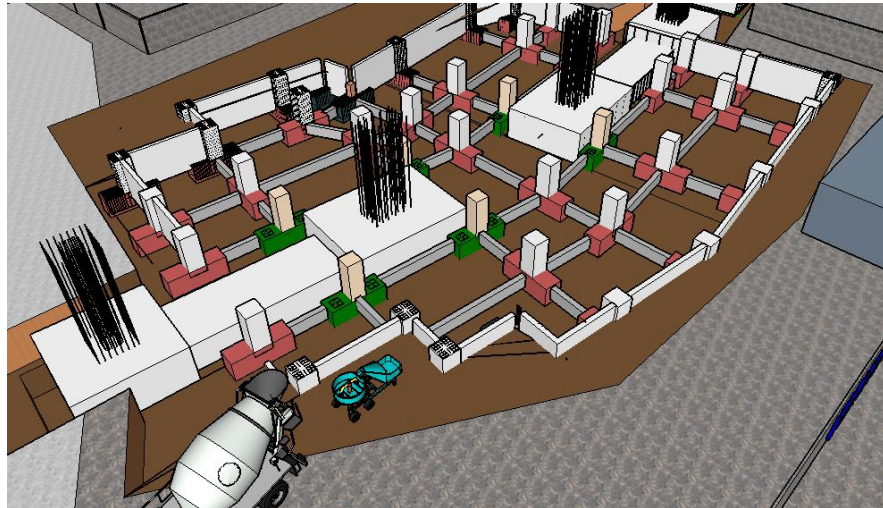


Ilustración 139.- Cimentación de la Estación 04
Fuente: Autor



Ilustración 140.- Mixers para fundiciones de elementos de cimentación
Fuente: Autor

4.10.- CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS DE G4

Luego de la realización de la cimentación, el siguiente elemento a construir es el elemento de las columnas de las pilonas. Aquellos elementos presentan las siguientes características.

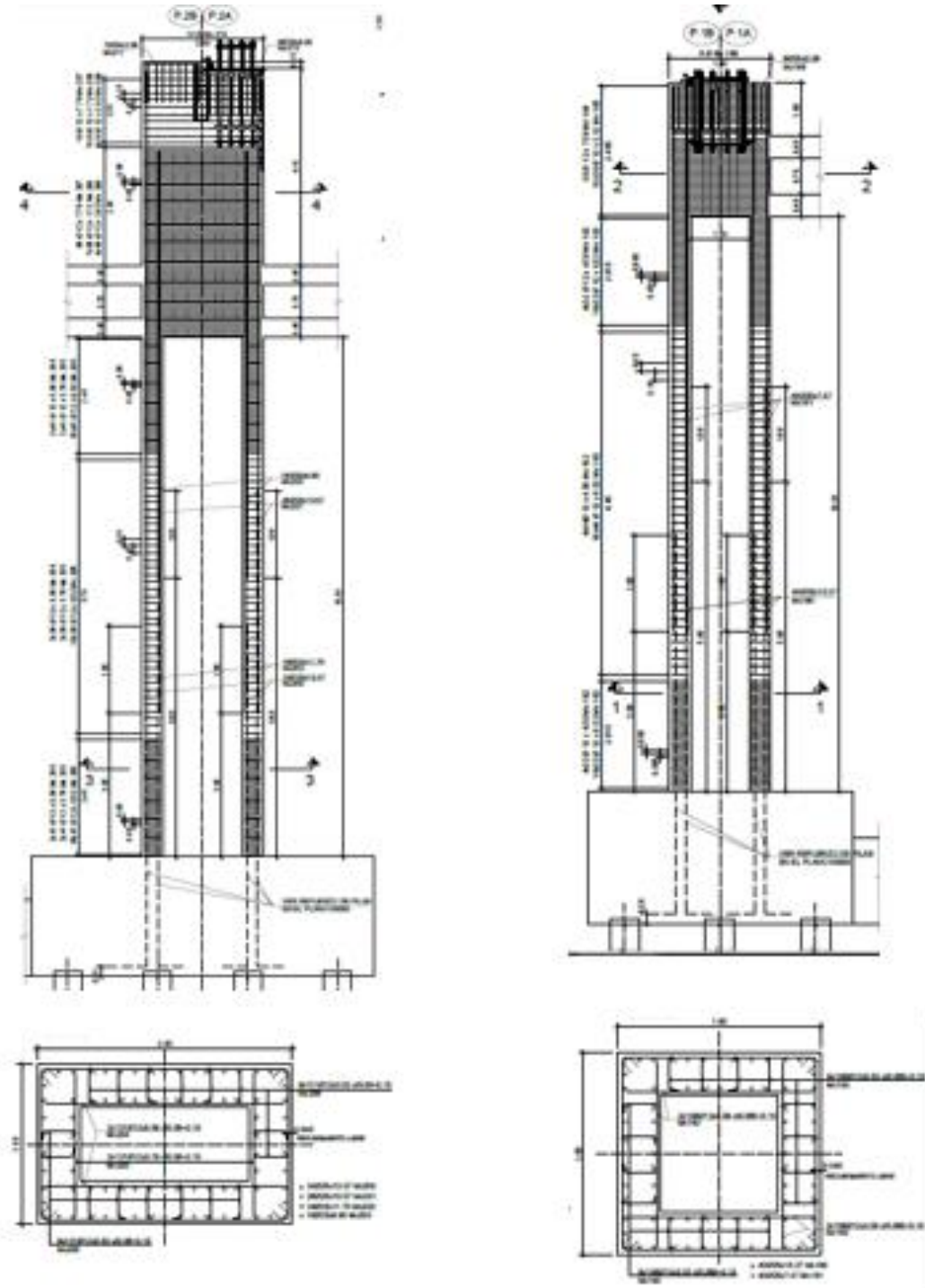


Ilustración 141.- Columnas principales de la Estación 04

Fuente: Sofratesa

Por logística, luego de realizar la cimentación del edificio, se procede a realizar la construcción de las columnas principales de la estación. Se construirá aquellas columnas empleando bloques de poliestireno expandido, así mismo se emplearán andamios de cargas, con el uso de una grúa torre para la elevación de diversos tipos de materiales.

Se realizan los diseños previos a la instalación de la grúa torre. Aquel tipo de grúa necesita una cimentación para sostenerse, por lo que el diseño del armado de acero lo realizarán los respectivos diseñadores. Como se realizará un elemento de hormigón armado como cimentación para un elemento temporal como la grúa, es necesario colocarlo en un lugar que no interfiera con algún sistema, ya sea estructural, agua potable o servidas, electricidad, electromecánico y afines.

Se debe realizar la excavación mediante el uso de excavadoras para luego realizar un entibado metálico, para poder realizar la debida instalación del acero para la cimentación de aquel elemento.

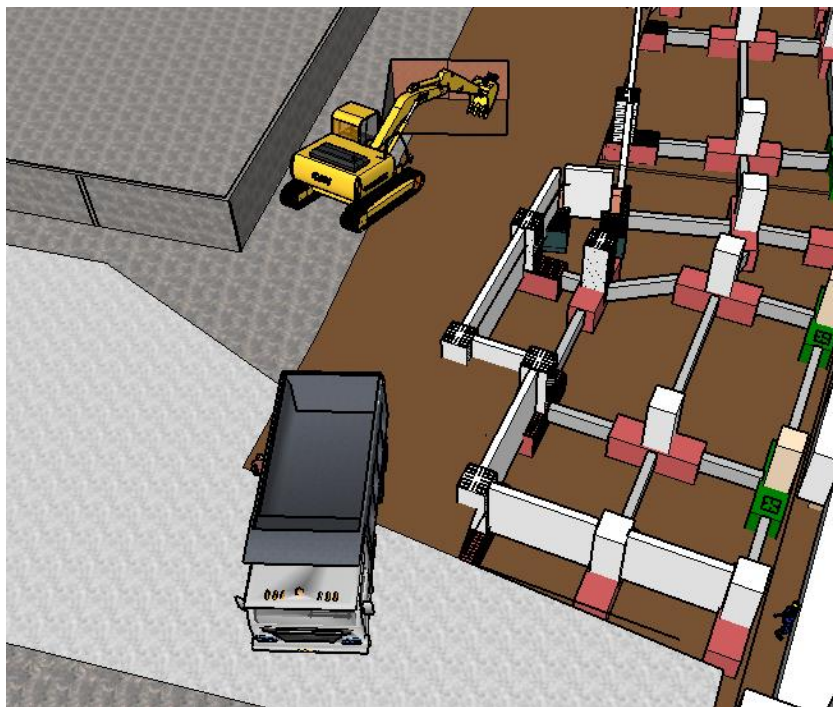


Ilustración 142.- Render de excavación para grúa torre
Fuente: Autor

Luego de realizar el armado del acero y la base embebida en el acero, se procede a realizar el encofrado con su debido apuntalamiento para su próxima fundición mediante mixers.

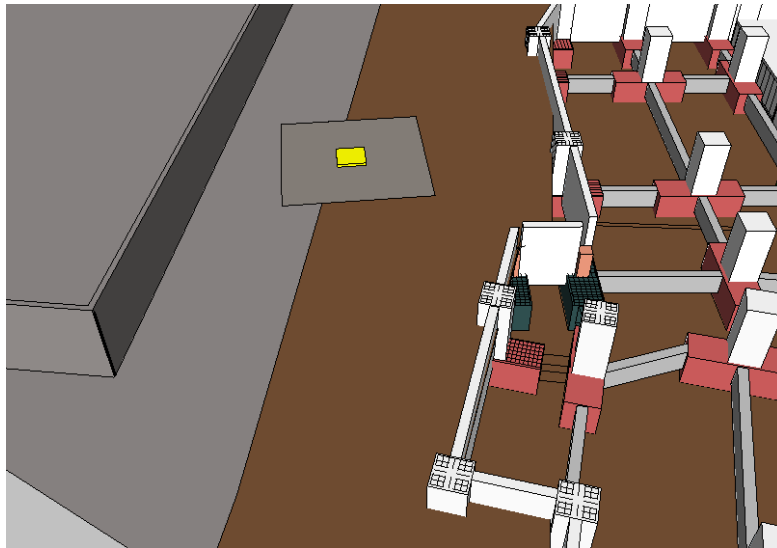


Ilustración 143.- Render de cimentación para grúa torre
Fuente: Autor

Luego de la fundición de aquel elemento, es necesario la instalación de la grúa torre. Para aquello se reciben los componentes de la misma, para realizar la debida instalación con el personal de la empresa a la que se arrienda dicho equipo. Para realizar el montaje de la misma, es necesario el uso de una grúa telescópica la cual eleve los componentes de la grúa torre para la instalación de la misma, así como del contrapeso de la misma.



Ilustración 144.- Instalación de tramo inicial de grúa torre
Fuente: Internet



Ilustración 145.- Instalación de tramo inicial con la cimentación
Fuente: Internet



Ilustración 146.- Instalación de tramos finales de grúa torre
Fuente: Internet

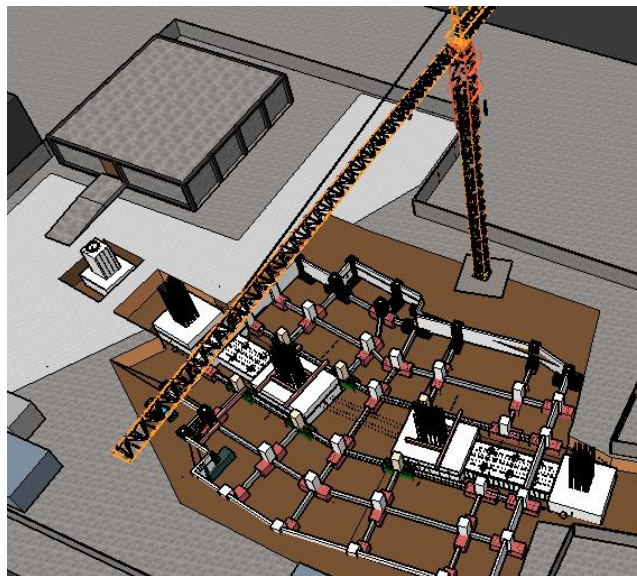


Ilustración 147.- Render de grúa torre en Estación 04

Fuente: Autor

Al nivel del cabezal, se realiza inicialmente la instalación de estribos en la columna para luego proceder con la colocación de bloques de poliestireno expandido de alta densidad, los cuales crearán el efecto hueco al interior de la columna.

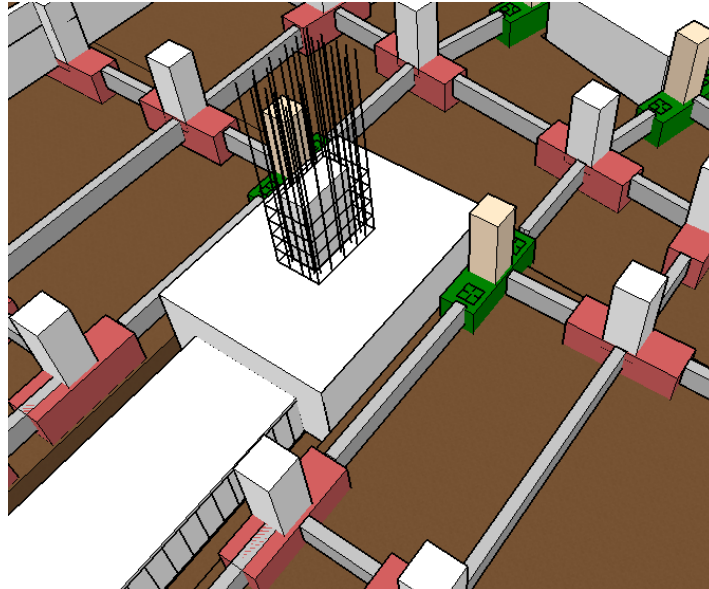


Ilustración 148.- Instalación de bloques de poliestireno expandido
Fuente: Autor

Para lograr el recubrimiento se instalan galletas de hormigón. Se emplean encofrados modulares. La altura del encofrado inicial de la columna es de 3 metros. Luego se realiza el respectivo apuntalamiento de los mismos a zonas firmes, tales como los cabezales de la misma cimentación, aquello se lo realiza colocando pernos al hormigón para luego anclar el apuntalamiento.

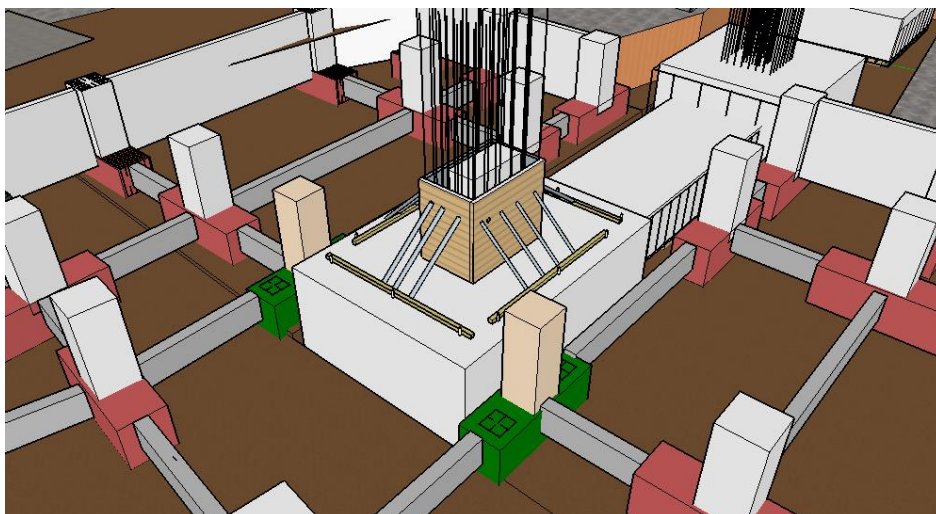


Ilustración 149.- Encofrado de columnas
Fuente: Autor

Luego se procede con la fundición de aquel segmento, cabe recalcar que se filtrará hormigón entre el espacio existente entre la galleta y el estribo, pero debido al poliestireno de alta densidad, el hormigón no ocupa dicho volumen aliviando la estructura, se recomienda que dicho bloque sobre salga 0.5 m del terminado del hormigón. El desencofrado se lo realiza a las 48 horas.

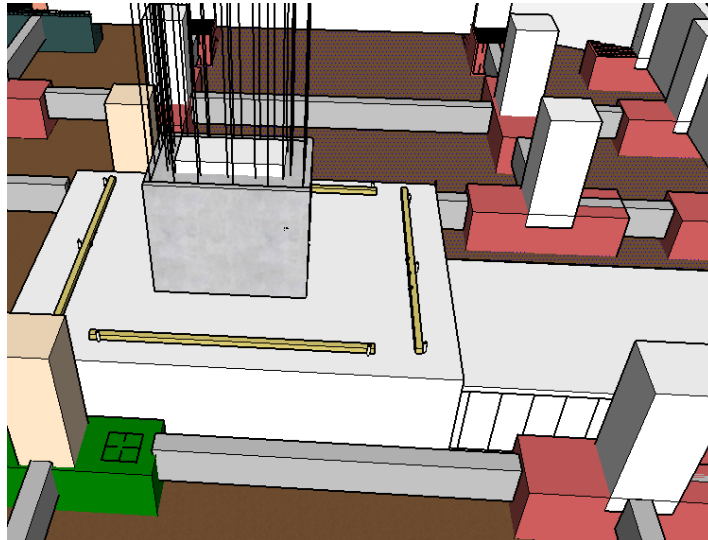


Ilustración 150.- Render de fundición de tramo inicial de columna
Fuente: Autor

Luego de realizar dicha fundición, se procede con el armado de andamios de cargas en cada cara del elemento. El primer cuerpo de andamio se lo instala a mano. Se realiza la colocación de los estribos para finalmente instalar los bloques de poliestireno.

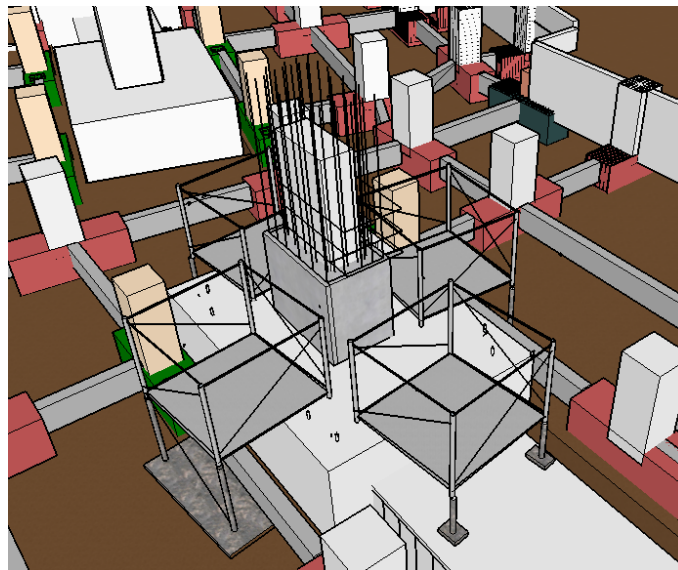


Ilustración 151.- Andamios para fundición de tramo superior de columna
Fuente: Autor

Se coloca el encofrado, asentándolo en cuarterones anclados a la parte inferior previamente fundida. Aquellos encofrados se los apuntala en los andamios de carga, para que transmitan la carga de la fundición. En caso de ser necesario, se realiza el debido arriostramiento del andamio por seguridad.

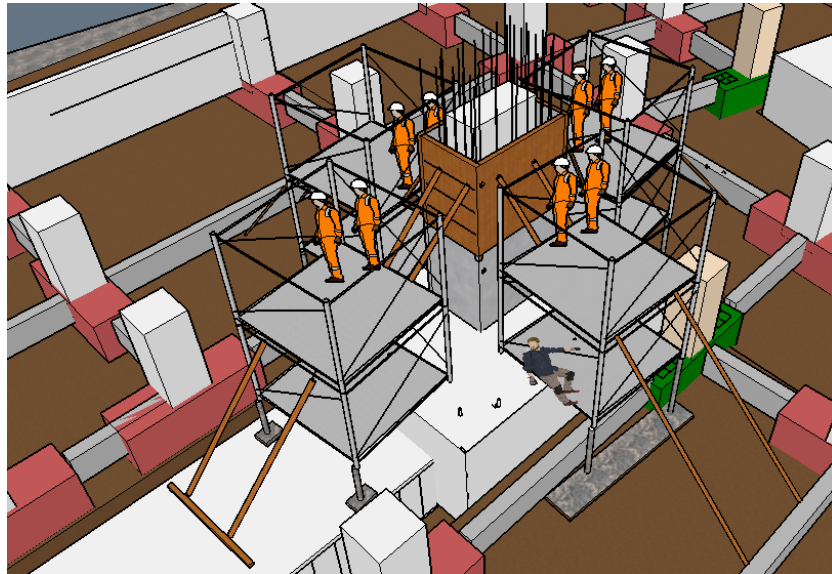


Ilustración 152.- Encofrado de tramos superiores de columna principal
Fuente: Autor

El procedimiento se repite hasta llegar al final de la parte hueca de la columna, hasta 1 metro debajo de la viga riostra, esto se lo realiza para luego fundir monóticamente el nodo de la columna con la viga.

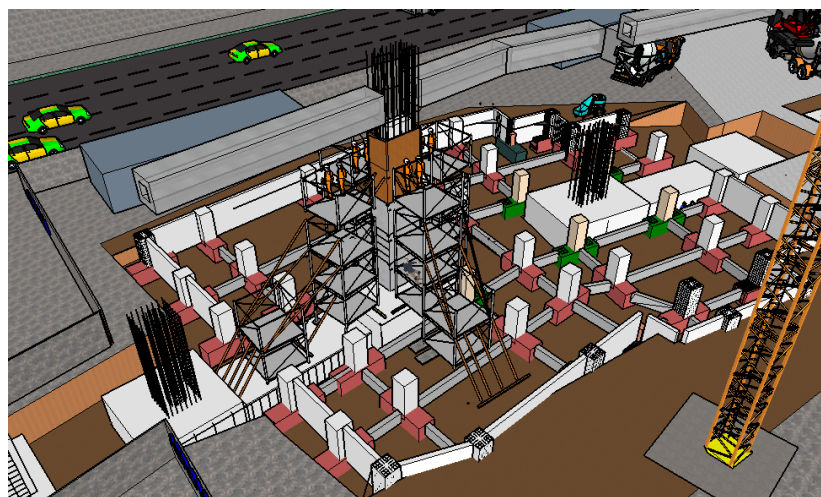


Ilustración 153.- Fundición de columna hasta 1 metro inferior al nivel de la viga riostra
Fuente: Autor

Aquel procedimiento se repite para las columnas de la pizona G4 A y G4 B.

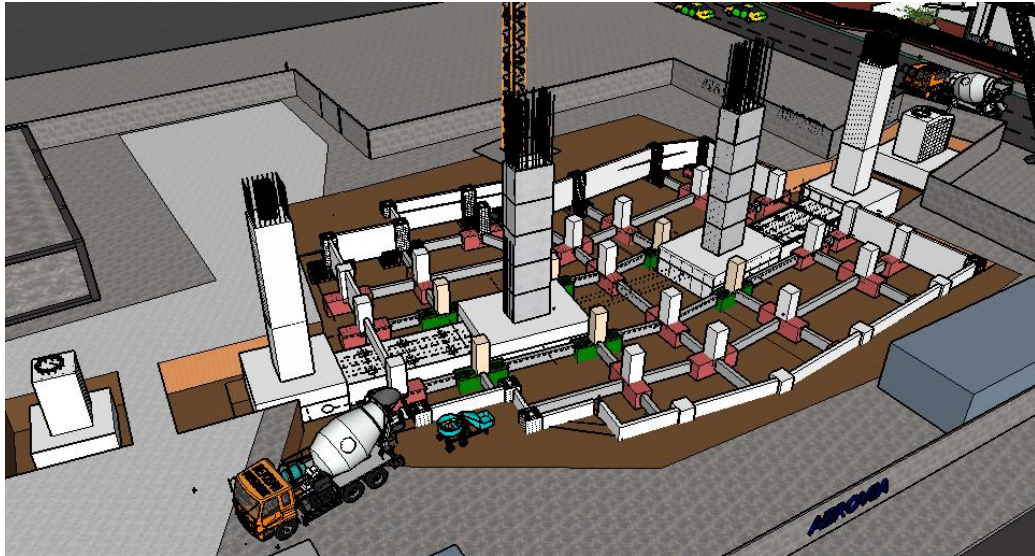


Ilustración 154.- Render de columnas principales de la Estación 04
Fuente: Autor

4.11.- CONSTRUCCIÓN DE VIGA INTERMEDIA DE COLUMNAS DE G4

Luego de la construcción de las columnas, se realizará la construcción de la viga intermedia que conecta las columnas. Aquella viga es de sección hueca, sus dimensiones son de 1.50 m x 1.50 m, su espesor en todas las caras es de 0.40 m.

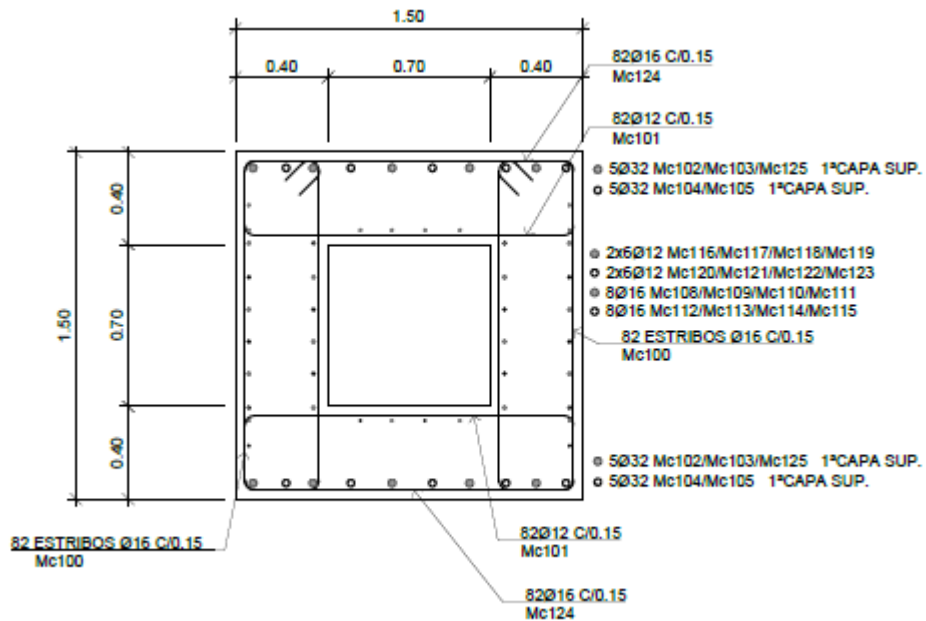


Ilustración 155.- Armado de acero de viga riostra superior
Fuente: Sofratesa

Para la realización de la misma es necesario construir un sistema de andamios de cargas. Para la instalación del andamio de carga es necesario colocar entre los cabezales, un sistema de soporte constituido por vigas HEB 200 espaciadas cada 0.50 m y una plancha metálica de 2 plg. Aquello se lo realiza empleando la grúa torre.

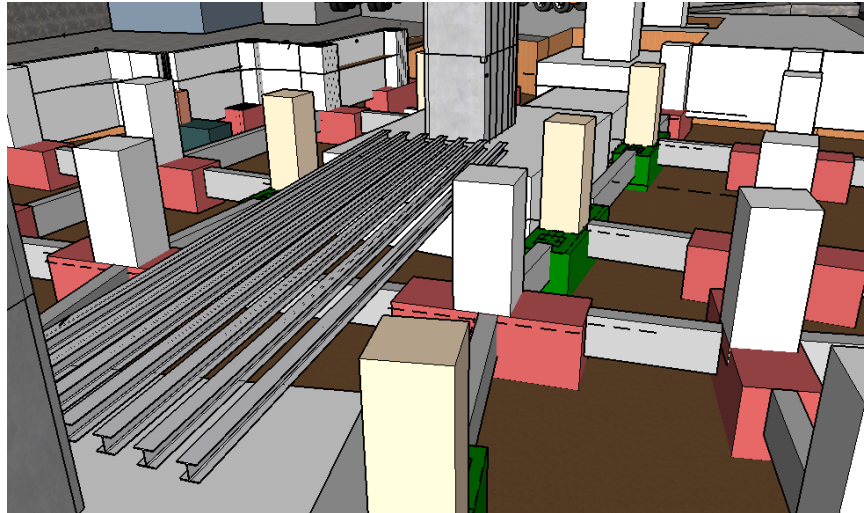


Ilustración 156.- Render de colocación de vigas HEB
Fuente: Autor



Ilustración 157.- Render de colocación de plancha metálica
Fuente: Autor

Cuando se encuentre realizado aquel sistema, se emplea la grúa torre para descargar el material del andamio para su póstuma instalación. De igual

manera, se procede con la ayuda de la grúa torre para el montaje de aquella estructura. Aquel andamio de carga, cuenta con la particularidad de que en la parte superior sirve tanto de encofrado para la parte inferior de la viga, así como de permitir la trabajabilidad en dicha zona para realizar trabajos de encofrado.

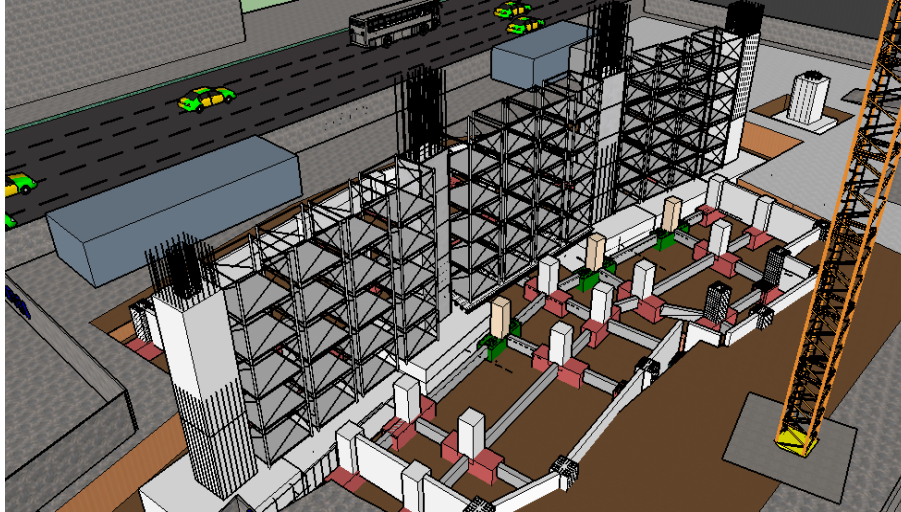


Ilustración 158.- Render de andamios para la viga superior
Fuente: Autor

Luego de estar instalado el andamio de carga, se procede con la colocación de las vigas cargadoras del encofrado, aquel proceso se lo repite a lo largo de todo el encofrado.

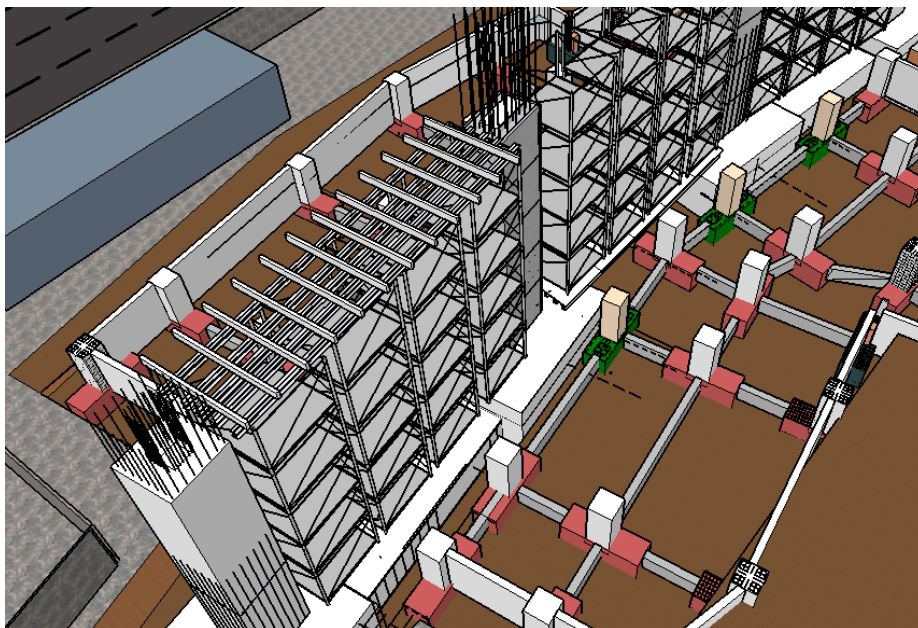


Ilustración 159.- Render de colocación de vigas metálicas para viga riostra
Fuente: Autor

Luego se procede con la instalación de los estribos de la viga, conforme se realiza aquel trabajo se instalan los bloques de poliestireno con sus respectivas galletas para el recubrimiento, aquellos bloques simulan la parte vacía interior de la viga.

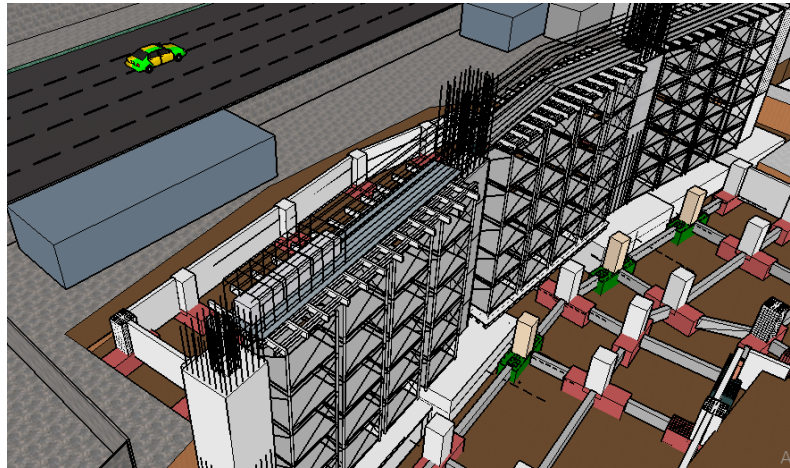


Ilustración 160.- Render de colocación de bloques de poliestireno en viga
Fuente: Autor



Ilustración 161.- Render de armadura de viga riostra
Fuente: Autor

Se procede a encofrar el elemento y a apuntalarlo en los respectivos andamios de carga. Para el apuntalamiento se coloca un perfil metálico de preferencia tipo I, soldado en la parte externa, la cual sirve como apuntalamiento del encofrado de la viga. Para las columnas externas se realiza un relleno para poder colocar andamios de carga con el fin de lograr un mejor apuntalamiento, ya que a nivel de viga quedarán embebidos los respectivos anillos que servirán para la colocación de la cubierta electromecánica. Dichos anillos se los coloca empleando la ayuda de la grúa torre.

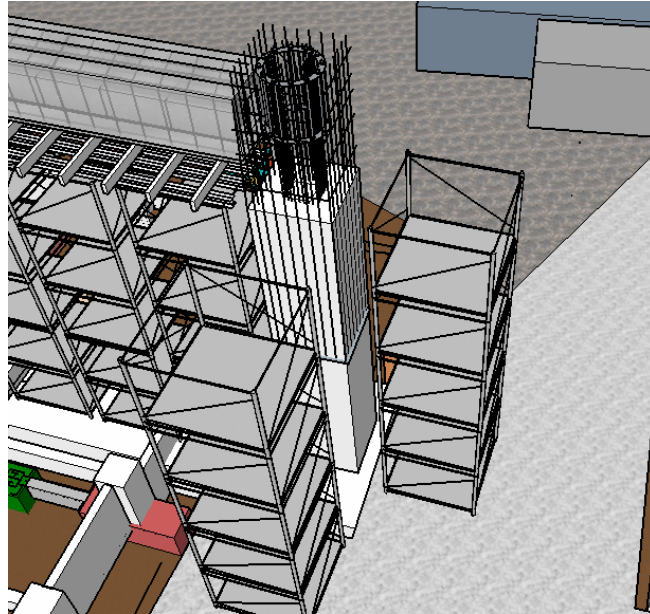


Ilustración 162.- Colocación de pernos de anclaje en columnas principales
Fuente: Autor

Se realiza la fundición hasta el nivel de viga, en conjunto a la parte inferior de la columna para crear un elemento monolítico, se emplea mixers y bomba estacionaria, la cual por medio de tubería metálica proyecta el hormigón hasta el nivel deseado. Después de 48 horas se realiza el desencofrado. Luego, se realiza la fundición de los macizos de la columna principal siguiendo la misma metodología.

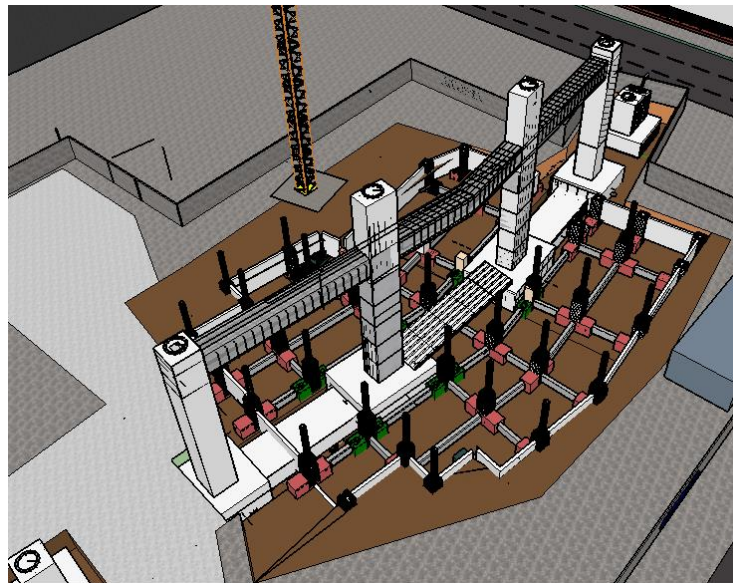


Ilustración 163.- Render de fundición de viga riostra
Fuente: Autor

4.12.- CONSTRUCCIÓN DE LOSA NIVEL CALLE

Luego de la construcción de la cimentación y las columnas, es necesario construir la primera losa. Dicha losa llega hasta una cota +4.45. Posee la particularidad de que posee un sistema de viguetas presforzados, De igual manera posee partes huecas las cuales servirán para dar paso a las columnas previamente construidas. Para la construcción de aquellos nervios, se sigue un procedimiento similar al de los pilotes. Es necesario un diseño previo, controles de materiales, entre otros. Las viguetas prefabricadas poseen las siguientes características.

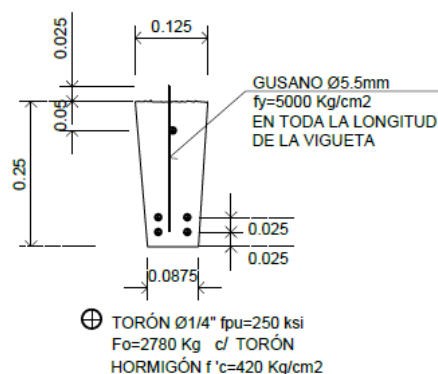


Ilustración 164.- Vigueta pretensada

Fuente: Sofratesa

Se fabrican externamente, con las mismas medidas de calidad que en la fabricación de los pilotes. Luego de ser fabricadas, es necesario transportarlas desde la planta de fabricación hasta la obra, aquellos trabajos preferiblemente se realizarán en la noche por temas logísticos.

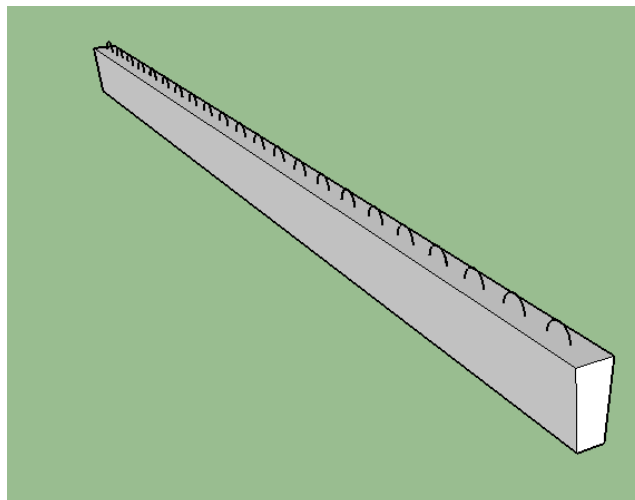


Ilustración 165.- Render de vigueta pretensada

Fuente: Autor

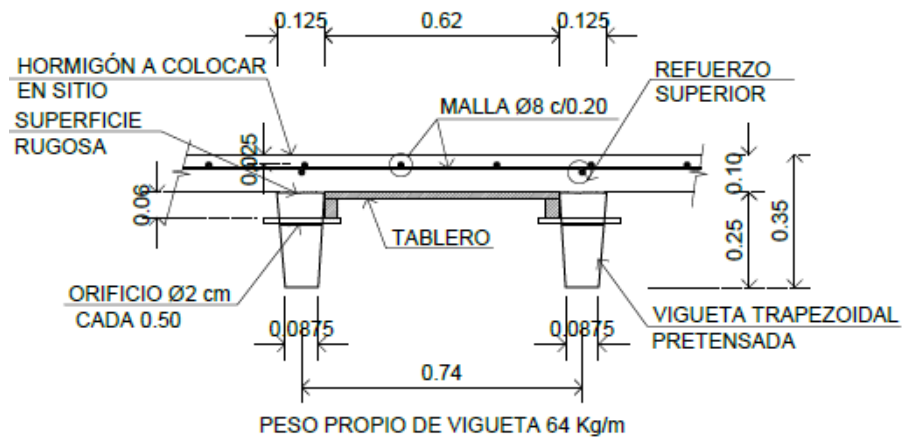


Ilustración 166.- Losa de nivel de calle

Fuente: Sofratesa

El primer paso para la fundición de aquellos elementos, es la realización del figurado de los elementos de vigas principales en una cama de doblado. Cuando se encuentren previamente figurados se procede a la instalación del acero de las vigas y del acero de las columnas. Inicialmente se realiza la instalación de un sistema de encofrado para las vigas principales con su debido apuntalamiento a las vigas de la cimentación previamente fundidas. Se realiza el ingreso para realizar el encofrado por el tramo del muro perimetral que quedó sin fundir, el cual fue previsto para dicho fin.

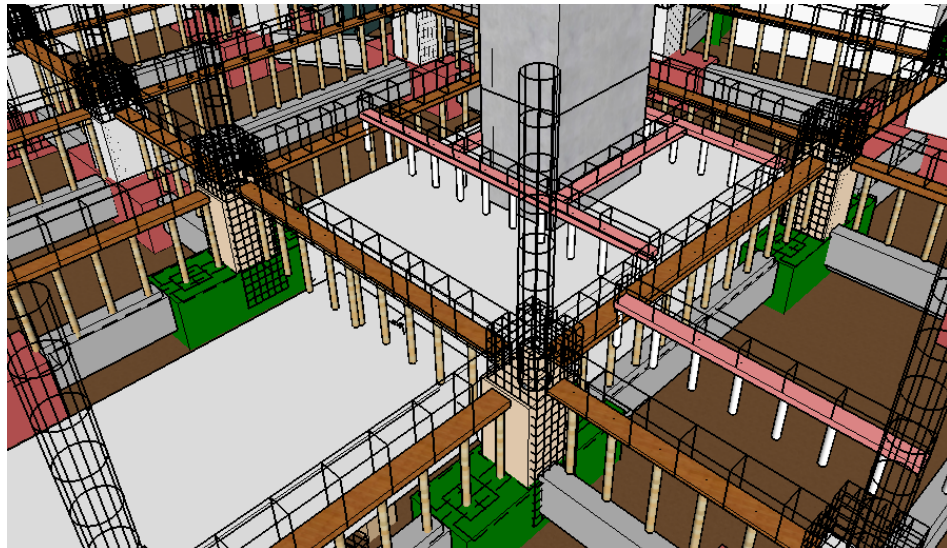


Ilustración 167.- Render de encofrado de vigas de nivel calle

Fuente: Autor



Ilustración 168.- Encofrado de vigas para losa presforzada

Fuente: Jorge Romero

Se realiza aquel proceso para las vigas principales de mitad de la losa, puesto que se fundirá aquella losa en 2 etapas.

Luego de la realización del sistema de encofrado para las vigas principales, se realiza la instalación de las viguetas prefabricadas. Aquellas viguetas prefabricadas se recomiendan que queden embebidas en las vigas principales, por lo menos 10 cm, sus extremos se soportan en las vigas principales.

Su instalación, debido a las longitudes de las mismas, se puede realizar mediante la ayuda de la grúa torre existente.

Se procede luego a realizar el apuntalamiento de dichas vigas al suelo, en caso de ser necesario se pueden colocar planchas metálicas para otorgar mayor rigidez al suelo.

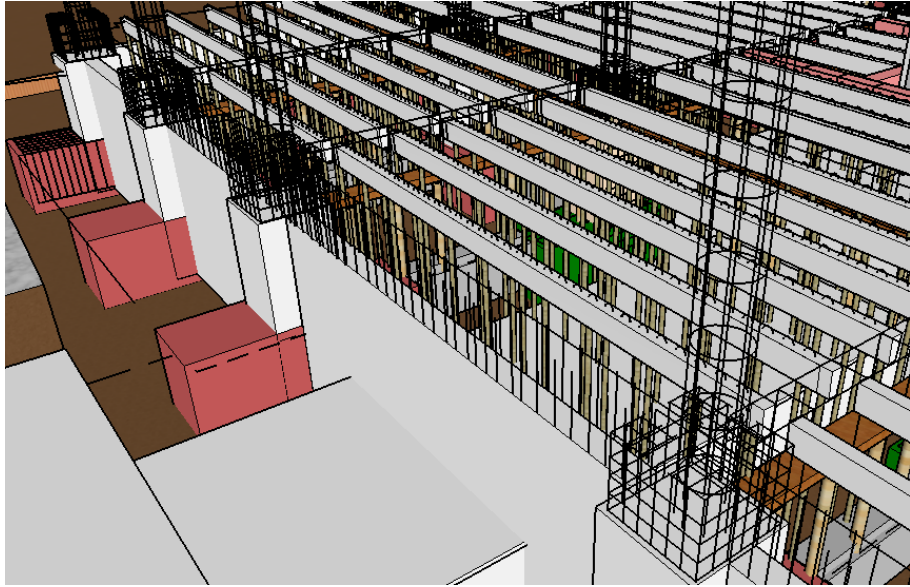


Ilustración 169.- Render de colocación de vigas presforzadas
Fuente: Autor



Ilustración 170.- Colocación de vigas presforzadas
Fuente: Jorge Romero

Luego de realizar el debido apuntalamiento de las vigas, se procede con la instalación del encofrado, el cual posee un tablero que evita el uso de bovedillas alivianadas.

Es un sistema que, mediante unos pasantes existentes en las viguetas prefabricadas, se anclan a aquel elemento.

Luego de la colocación del tablero, se procede con la colocación de la malla electro soldada para el refuerzo de la viga, aquella malla va debidamente sujeta al acero sobresaliente de las viguetas prefabricadas, en caso de ser necesario algún pasante para algún sistema ya sea eléctrico, sanitario, electromecánico o de cualquier índole se dejarán las debidas pasantes.



Ilustración 171.- Refuerzo de losa con vigas presforzadas
Fuente: Jorge Romero

Finalmente se procede con la fundición del tramo de losa empleando mixers y bomba estacionaria, de igual manera se funde las columnas hasta el nivel de la losa.



Ilustración 172.- Fundición de losa con vigas presforzadas
Fuente: Jorge Romero

Se realiza luego el desencofrado de la sección de losa, para realizar el mismo proceso en el otro tramo de la losa que quedó sin fundir, con la variante que quedará un paño o pequeña área de losa y muro sin fundir, para que se recupere el apuntalamiento de las demás áreas por aquel tramo sin fundir.

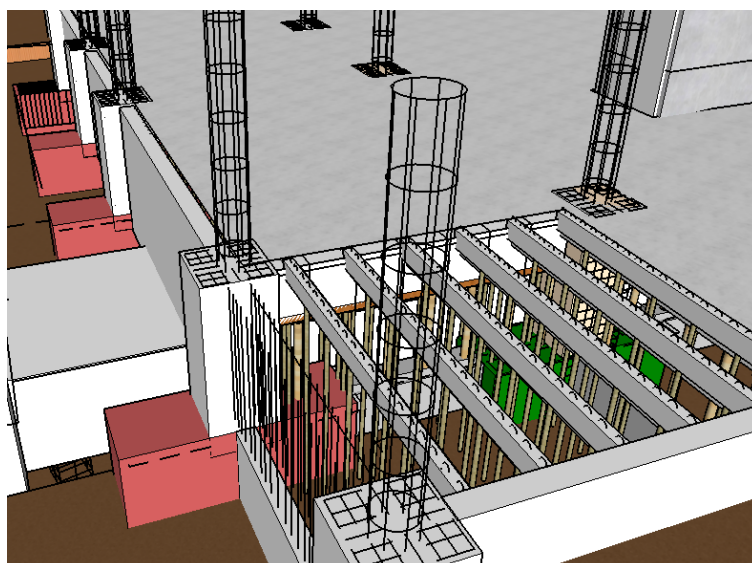


Ilustración 173.- Sección sin fundir de losa
Fuente: Autor

Luego se procede con la fundición del muro perimetral de dicho tramo y finalmente con la fundición de la losa, cabe recalcar que el apuntalamiento de aquel último tramo de losa no podrá ser recuperado. Así mismo se realiza el traslape de acero existente para escaleras de emergencias y vacíos para ascensores.



Ilustración 174.- Fundición de muro perimetral
Fuente: Autor

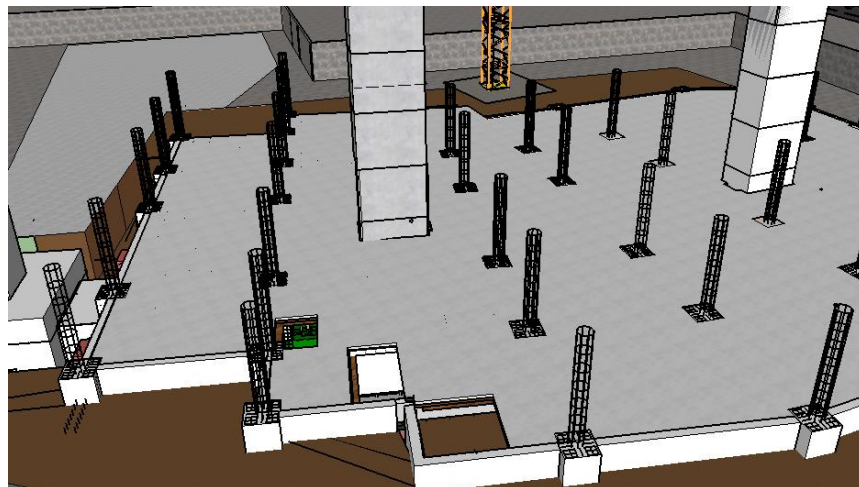


Ilustración 175.- Fundición de losa de nivel calle
Fuente: Autor

4.13.- INSTALACIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y COLUMNAS METÁLICAS

Luego de la construcción de la primera losa, se procederá con la instalación de las columnas metálicas que formarán parte del sistema de la Aerovía. Aquel procedimiento es necesario para la instalación del elemento mecánico principal que guiará a las cabinas.

Aquellas columnas son prefabricadas y se instalan con la ayuda de la grúa torre existente. Aquel procedimiento es realizado por personal especializado, de igual manera se procede con la colocación de los balancines.



Ilustración 176.- Colocación de columnas metálicas en la cimentación
Fuente: Internet



Ilustración 177.- Colocación de balancines en parte superior de pilonas
Fuente: Internet

Aquel procedimiento se realiza tanto en las pilonas P.16-17 y en la pila P.15, como en la pila denominada G4. Luego de realizar la debida colocación de

aquellos elementos, se procede con la colocación de los elementos de la polea motriz, aquellos elementos se instalan de manera similar.



Ilustración 178.- Polea motriz en estaciones de transporte aero-suspendido
Fuente: Internet



Ilustración 179.- Colocación de polea motriz
Fuente: Internet

4.14.- CONSTRUCCIÓN DE NIVEL CALLE A NIVEL VESTÍBULO

4.14.1.- NIVEL +8.35

Luego de realizar la construcción de la primera losa y la instalación de los elementos electromecánicos, se procede con la construcción de las columnas, para aquello se procede a realizar el traslape del respectivo acero hasta llegar

a un nivel de 0.60 m más abajo del nivel de la losa del segundo nivel. Primero se procede a la colocación de andamios, para luego mediante la ayuda de la grúa torre realizar la respectiva instalación del acero.

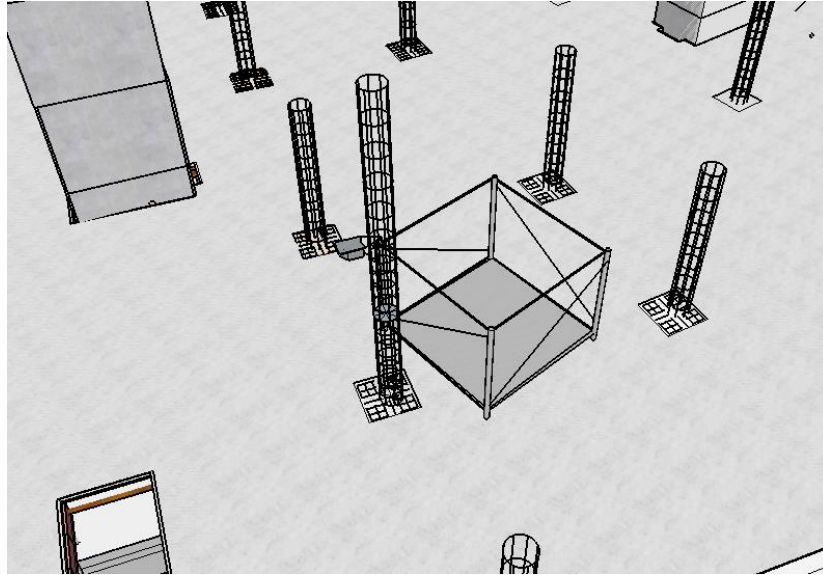


Ilustración 180.- Render de andamios para columnas
Fuente: Autor

En el nivel +8.35 existirá una losa intermedia, la cual delimitará el entrepiso de las oficinas interiores del nivel de la losa +4.45. Dicha losa intermedia estará sujeta mediante unas ménsulas, para lo cual, en las columnas necesarias, se realizará la instalación de acero para dichas ménsulas, así como unas placas embebidas en aquellas ménsulas, de igual manera se fundirán vigas para el soporte de las escaleras. El encofrado será modular de metal, su altura recomendable de fundición es de 3 metros y se cuidará en la fundición de no producir segregación.



Ilustración 181.- Encofrado para columnas
Fuente: Internet

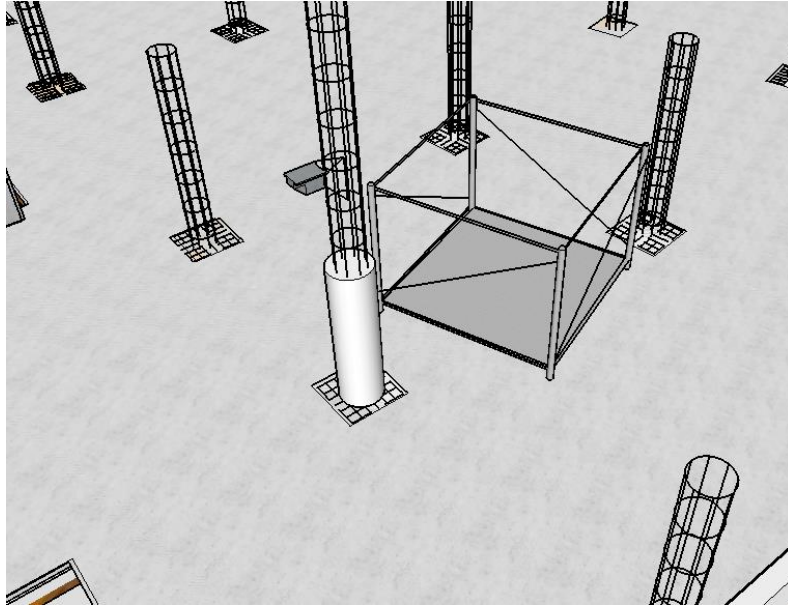


Ilustración 182.- Render de fundición inicial de columnas
Fuente: Autor

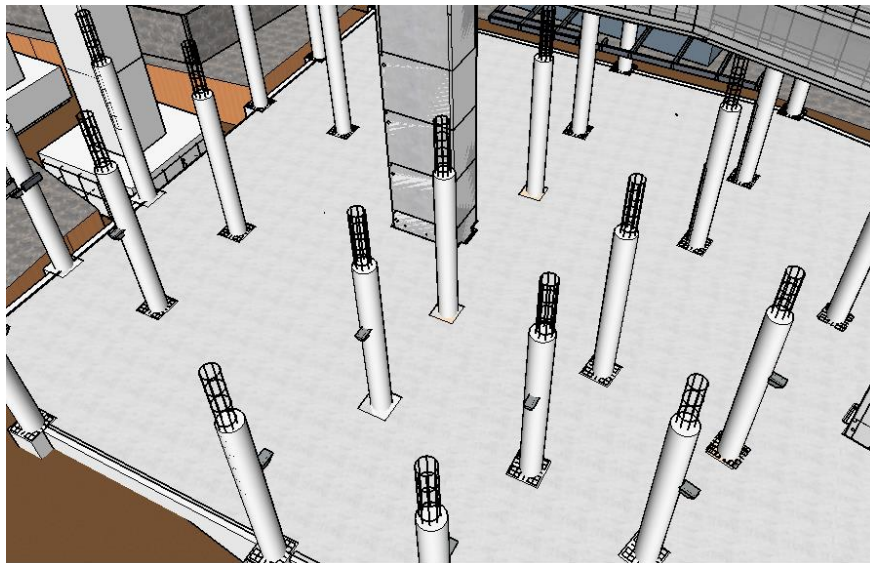


Ilustración 183.- Fundición de columnas de tramos superiores con ménsulas
Fuente: Autor

Aquel procedimiento se lo repite para las demás columnas. Luego de haber fundido las columnas y las ménsulas, se procede con la instalación de las vigas metálicas principales que soportarán dicha losa. Para aquello se procede con la ayuda de la grúa torre. Luego se realiza la instalación de las vigas metálicas secundarias, de la misma forma, aquellas vigas se conectan por medio de soldadura a tope.



Ilustración 184.- Colocación de vigas metálicas con grúa torre
Fuente: Jorge Romero

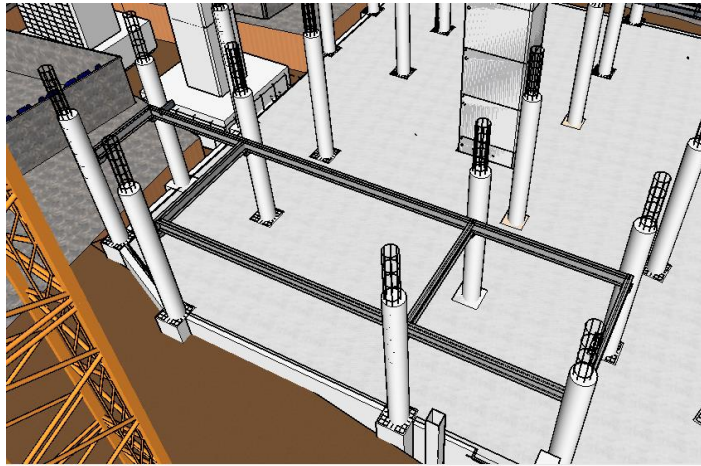


Ilustración 185.- Render de colocación de vigas metálicas principales
Fuente: Autor

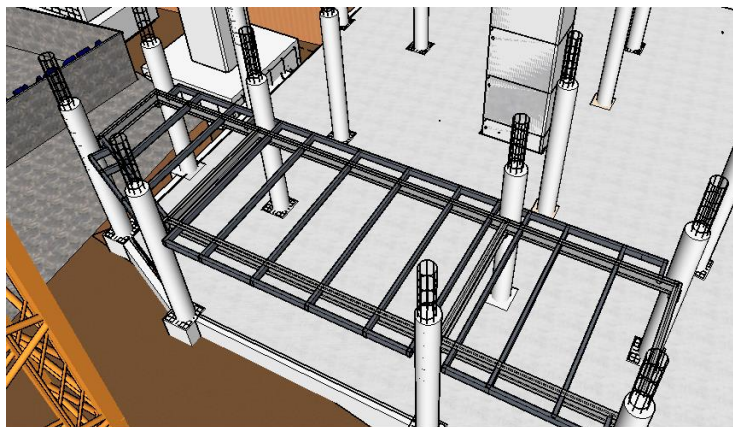


Ilustración 186.- Render de colocación de vigas metálicas secundarias
Fuente: Autor

Luego de instalar las vigas, se procede con la instalación de los conectores de corte. Posterior a la colocación, se procede con la instalación del steel panel, para colocar la malla de refuerzo y realizar su respectiva fundición mediante mixers y bomba estacionaria. Aquel procedimiento se repite para las demás losas de entrepiso.

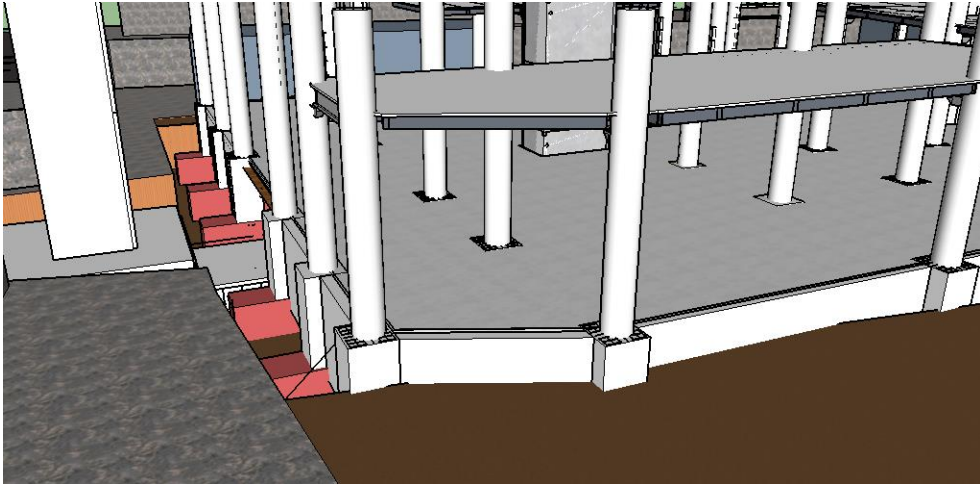


Ilustración 187.- Render de fundición de losa en nivel +8.35
Fuente: Autor

4.14.2.- NIVEL VESTÍBULO

Luego de realizar la fundición de la losa intermedia, se procede con la colocación del acero de las vigas principales en la mitad del tramo de la losa +10.45.

Para aquello se procede con la instalación de andamios, para luego realizar el respectivo apuntalamiento y encofrado de la parte inferior de las vigas. Se procede luego a realizar el respectivo armado de las vigas, así como la instalación del acero de refuerzo de las columnas.

Luego mediante la ayuda de la grúa torre se procede a la instalación de las vigas metálicas secundarias. Aquellas se conectan a las vigas principales tal como se muestra a continuación.

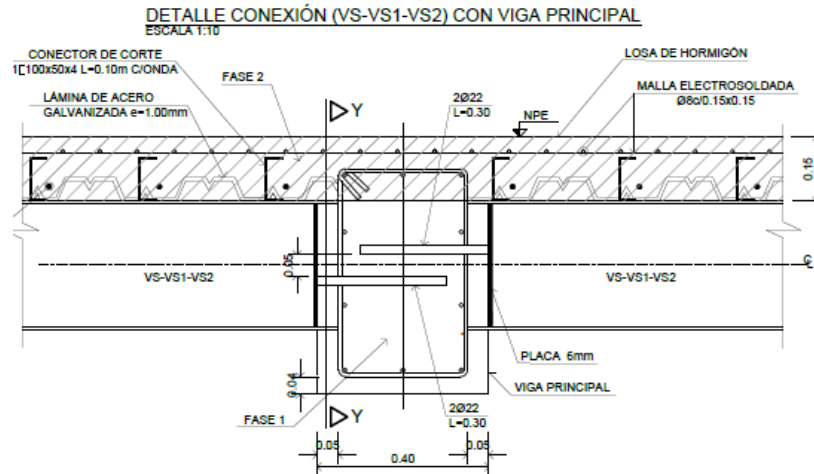


Ilustración 188.- Detalle de conexión de vigas metálicas a viga de hormigón y a losa
Fuente: Sofratesa

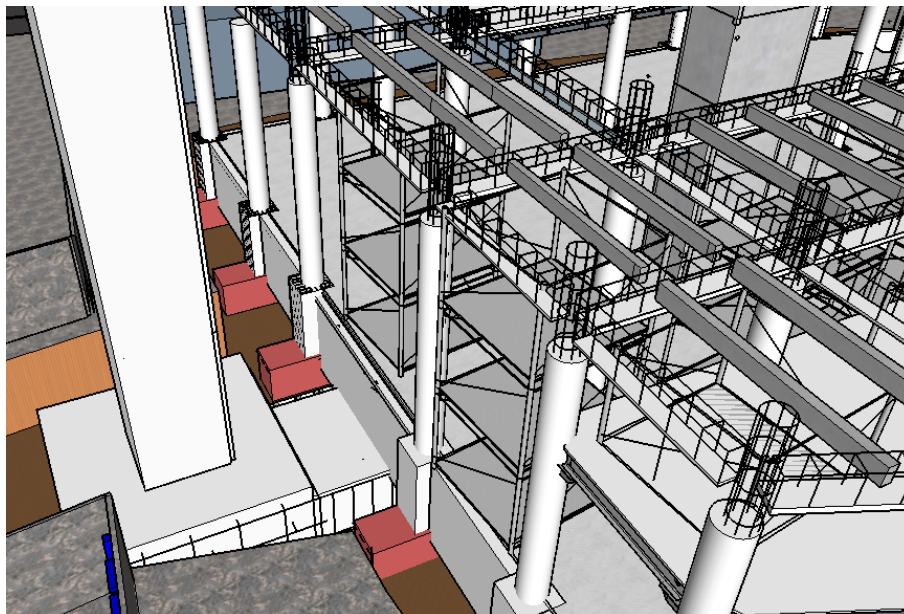


Ilustración 189.- Render de vigas en losa nivel Vestíbulo
Fuente: Autor

Luego de realizar la instalación de las vigas metálicas, se procede con la instalación de los conectores de corte. Para luego realizar la instalación del steel panel. Se procede con el respectivo apuntalamiento del mismo a la losa inferior. Finalmente se procede con la colocación de la malla de refuerzo, para realizar la respectiva fundición mediante mixers y bomba estacionaria.

Aquella losa posee la característica de poseer ciertas áreas a un nivel inferior al del resto de losa, tales como los pozos de escaleras eléctricas y cuartos destinados a operaciones de equipos, su procedimiento es igual, salvo con la novedad que se respetan los niveles de aquella losa. Aquel procedimiento se realiza para el otro tramo de la losa.

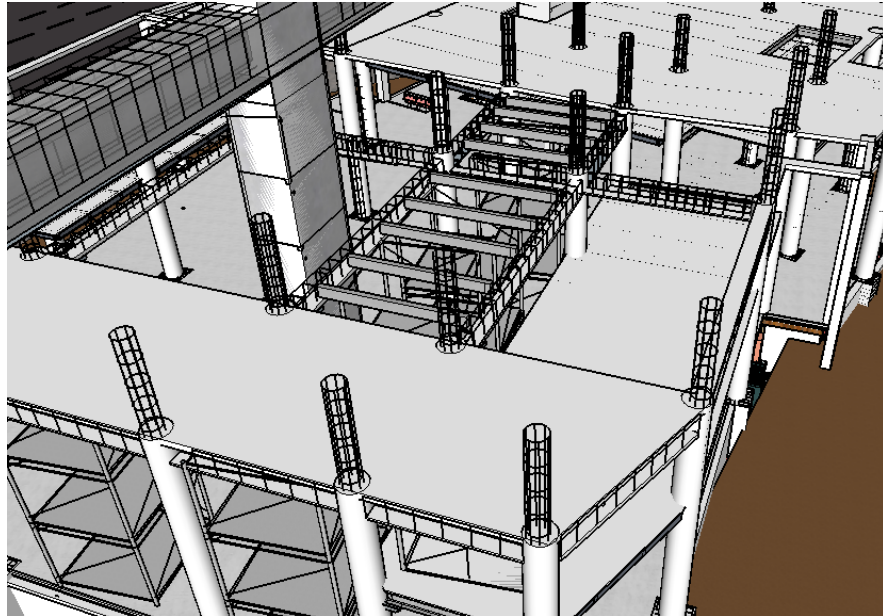


Ilustración 190.- Render de fundición de losa en extremos del nivel Vestíbulo
Fuente: Autor

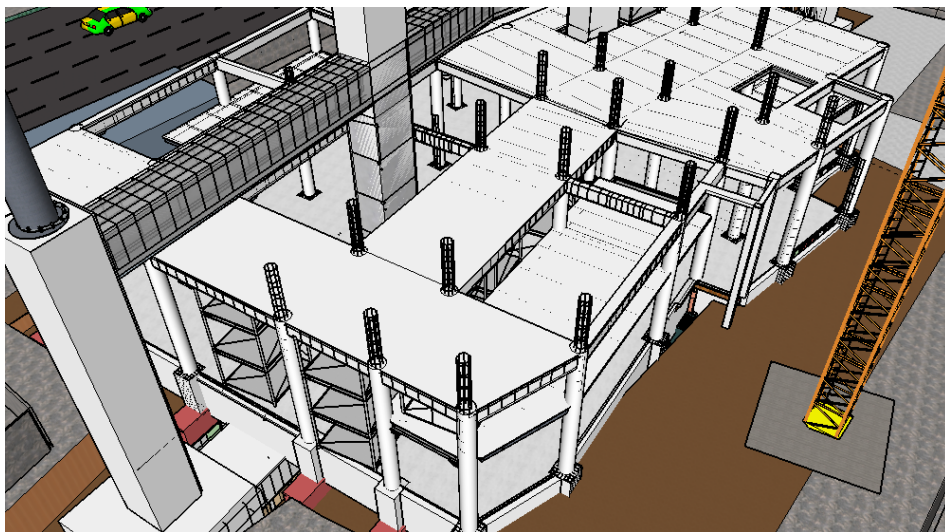


Ilustración 191.- Render de fundición de losa en tramo central de nivel Vestíbulo
Fuente: Autor



Ilustración 192.- Apuntalamiento de losas en estaciones de aero-suspendido

Fuente: Internet

En conjunto a la fundición de la segunda losa principal del edificio, se suele fundir las escaleras de emergencia, aquello se lo realiza para otorgar mayores facilidades a los trabajadores en el transporte de materiales y en el acceso a nuevos sitios de trabajo.



Ilustración 193.- Fundición de escaleras

Fuente: Jorge Romero

Luego de realizar la fundición se procede con el desencofrado.

4.15.- CONSTRUCCIÓN DE NIVEL VESTÍBULO A NIVEL ANDÉN

4.15.1.- NIVEL +14.35

Luego de la fundición de la losa del nivel Vestíbulo, se procede desde las columnas hasta el nivel de las ménsulas a la cota +14.35, puesto que existirá otra losa intermedia. Se instalan los andamios, para la instalación del acero de las columnas, se realiza el encofrado y fundición de las columnas en tramos de 3 metros, hasta llegar a 0.60 m del nivel inferior de viga.

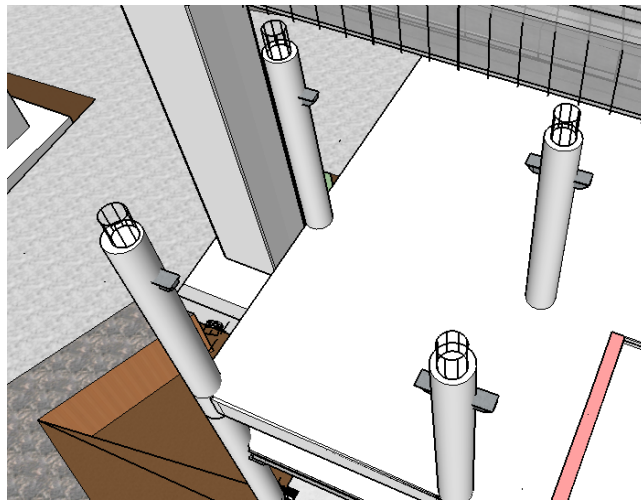


Ilustración 194.- Render de columnas en losa intermedia de Vestíbulo
Fuente: Autor

Luego se procede con la instalación de las vigas metálicas principales, aquellas se asientan en las ménsulas sobre una placa de neopreno.

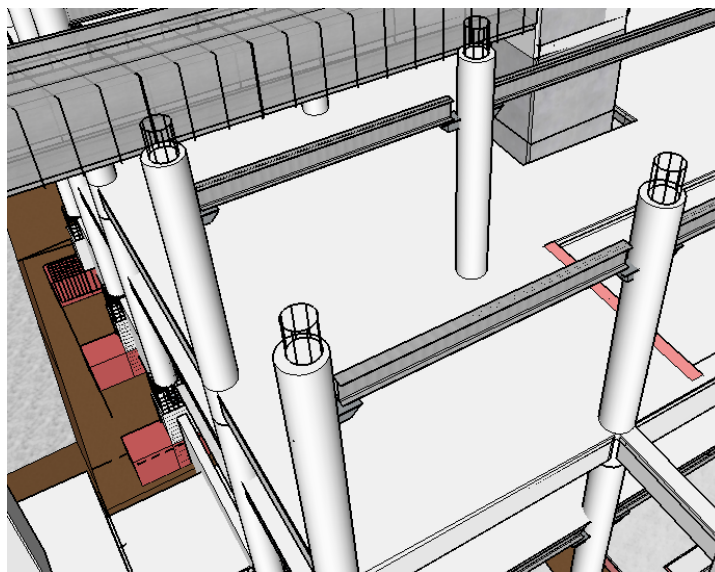


Ilustración 195.- Render de colocación de vigas metálicas principales en losa
Fuente: Autor

Luego se procede con la instalación de las vigas secundarias. Se procede con la instalación de los conectores de corte para realizar la instalación del steel panel y realizar su debida fundición mediante bomba y mixers.

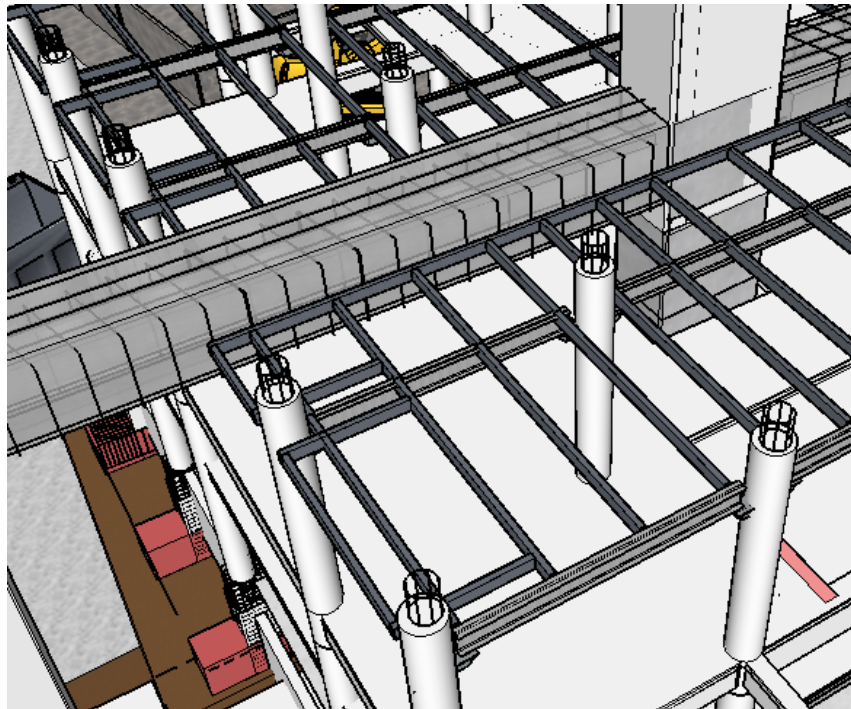


Ilustración 196.- Render de instalación de vigas metálicas secundarias
Fuente: Autor

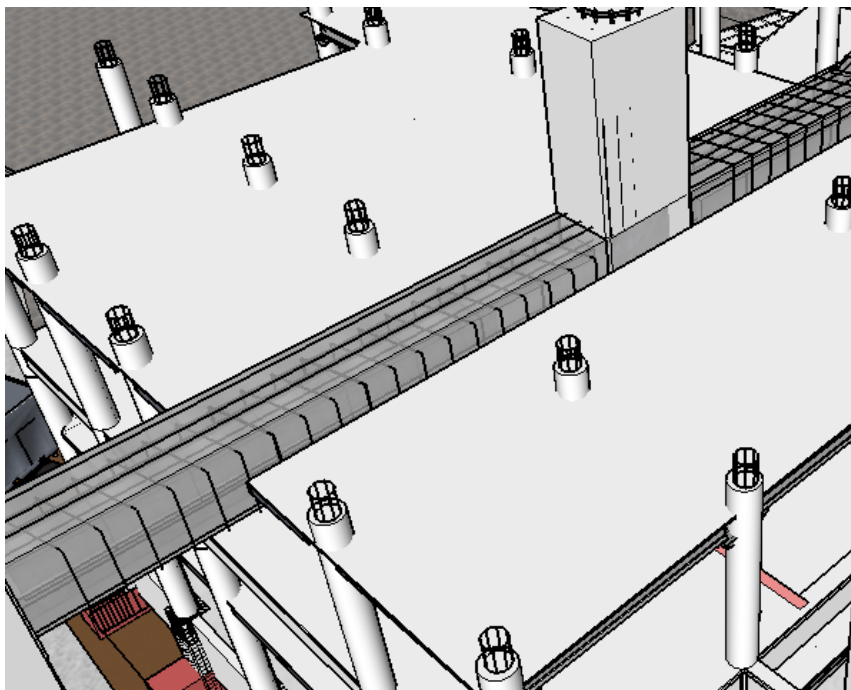


Ilustración 197.- Render de fundición de losa intermedia de nivel Vestíbulo
Fuente: Autor

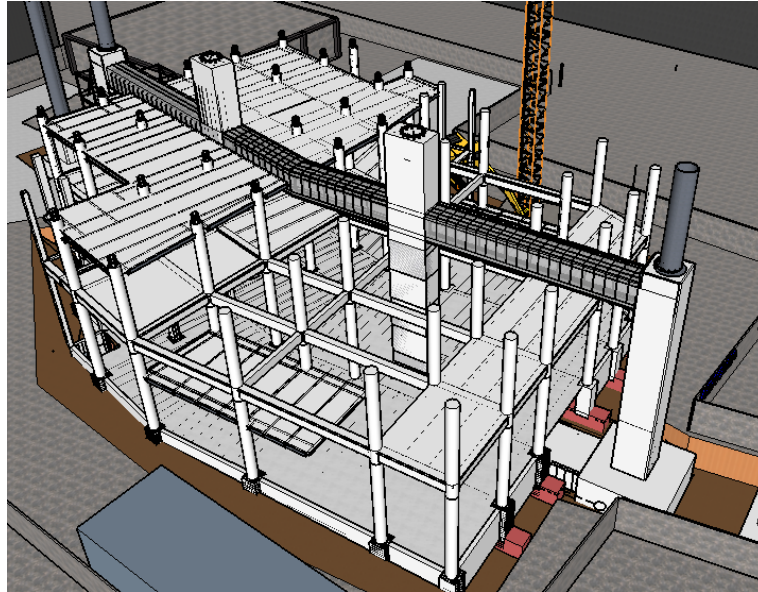


Ilustración 198.- Render de losa intermedia de nivel Vestíbulo
Fuente: Autor

4.15.1.- NIVEL ANDÉN

Luego de realizar el desencofrado de la losa precedente, se debe realizar la construcción de la losa de nivel Andén ubicada al nivel +15.90.

Se procede con la instalación de andamios para realizar el respectivo encofrado para la instalación del refuerzo de las vigas principales y las columnas. Luego de aquello se colocan las vigas metálicas secundarias empleando la grúa torre, aquellas quedan embebidas en el hormigón de la misma manera que la losa del nivel Vestíbulo.

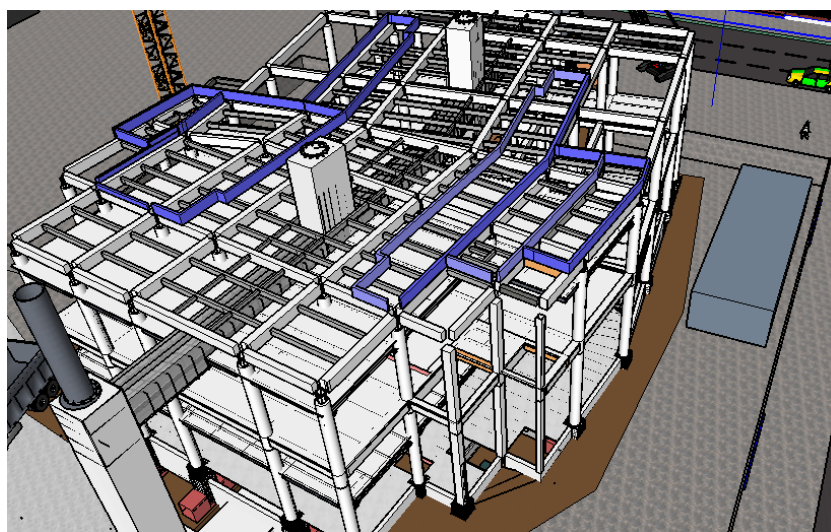


Ilustración 199.- Render de vigas de nivel Andén
Fuente: Autor

Se colocan los conectores de corte para luego realizar la instalación del steel panel y la colocación de la malla de refuerzo de la losa. En el presente nivel existe una característica que identifica a los niveles de Andén. Aquellos niveles presentan muros en la zona de embarque y desembarque, los cuales separan a los usuarios de la llegada a la estación de las cabinas. El respectivo armado de acero de los muros, se los debe colocar embebidos en la losa, así mismo quedan unos respectivos traslapes para la conexión con unas losas para equipos en niveles superiores.

Luego de realizar aquel armado se procede a encofrar para realizar su respectiva fundición mediante mixers y el uso de la bomba estacionaria.

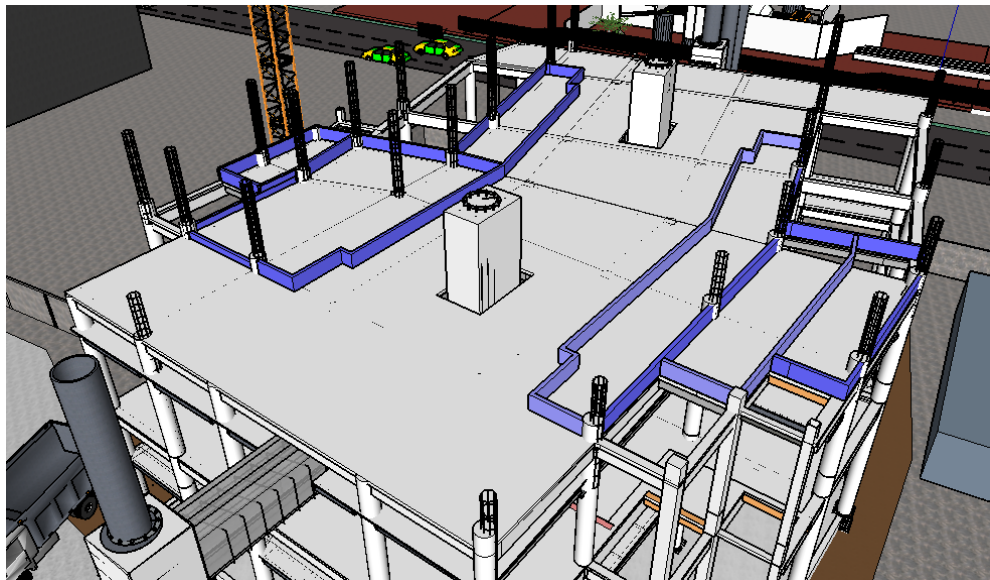


Ilustración 200.- Fundición de losa de nivel Andén
Fuente: Autor

4.16.- CONSTRUCCIÓN DE NIVEL ANDÉN A NIVEL CUBIERTA

4.16.1.- NIVEL +21.00

Luego de realizar la construcción de aquella losa se procede la misma manera a realizar la construcción de una losa para la colocación de los equipos del sistema de la Aerovía.

De forma similar se empieza por construir las columnas hasta realizarlo 0.60 m debajo del nivel de la losa. Se procede a la instalación de andamios para

realizar el debido traslape de las varillas. Se procede a realizar el encofrado y póstuma fundición de aquellos elementos en tramos de 3 metros de altura.

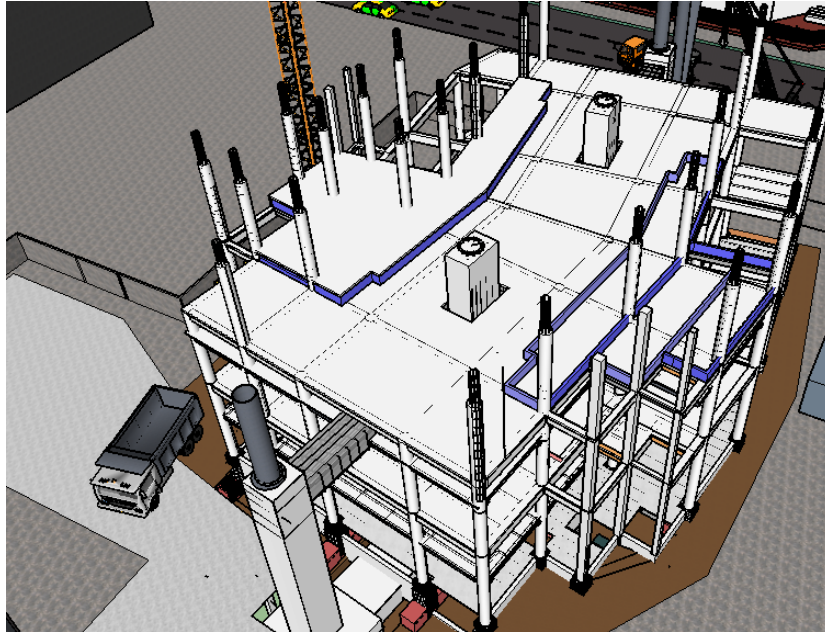


Ilustración 201.- Render de fundición de columnas de nivel Andén
Fuente: Autor

Luego de realizar aquellos elementos se procede con la colocación del encofrado y apuntalamiento de las vigas principales. Luego de realizar aquello, se procede a la instalación de las vigas metálicas secundarias, se lo realiza con la ayuda de la grúa torre.

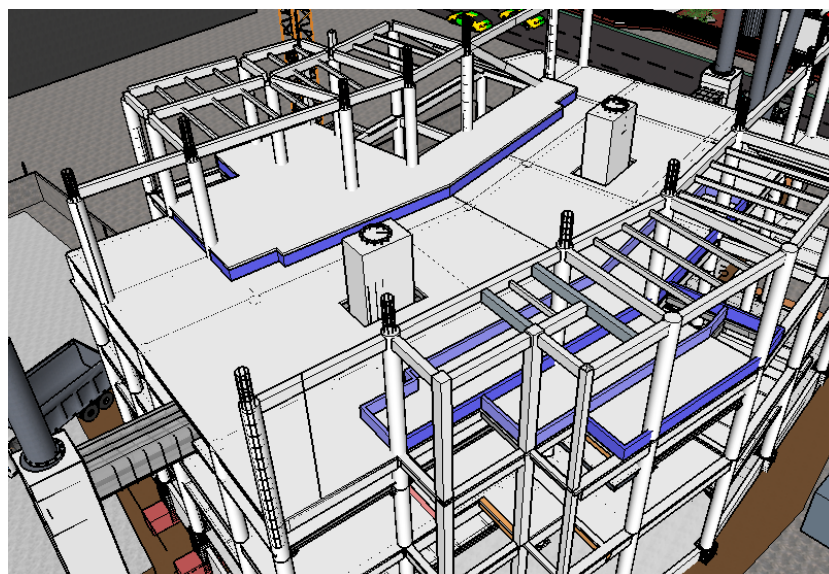


Ilustración 202.- Render de colocación de vigas
Fuente: Autor

Luego se procede con la colocación de los conectores de corte para colocar el respectivo steel panel. Se coloca la malla de refuerzo y se realiza una fundición monolítica del elemento, incluido el nodo sin fundir de la columna.

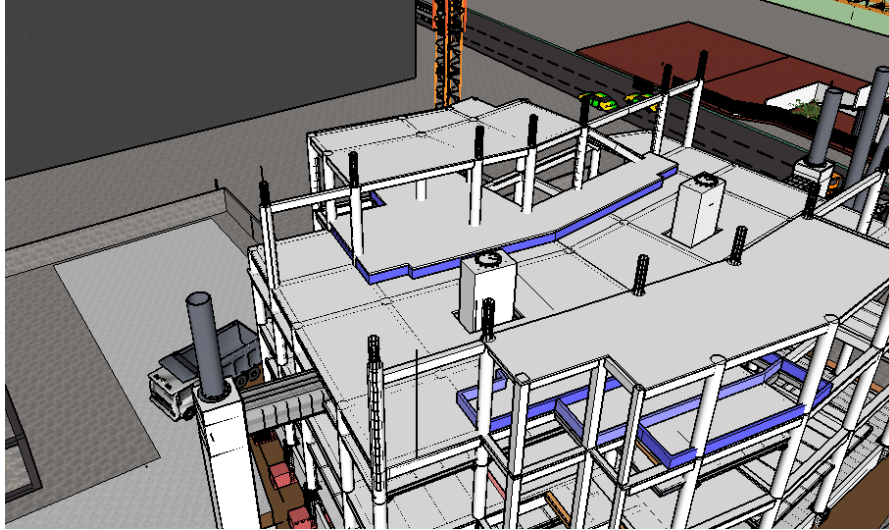


Ilustración 203.- Render de losa de nivel +21.90
Fuente: Autor

4.16.2.- NIVEL +23.90

Finalmente se realiza la construcción de las vigas del nivel de cubierta. Se realiza la fundición de columnas mediante el uso de andamios, aquello se lo realiza de forma similar a lo previamente descrito.

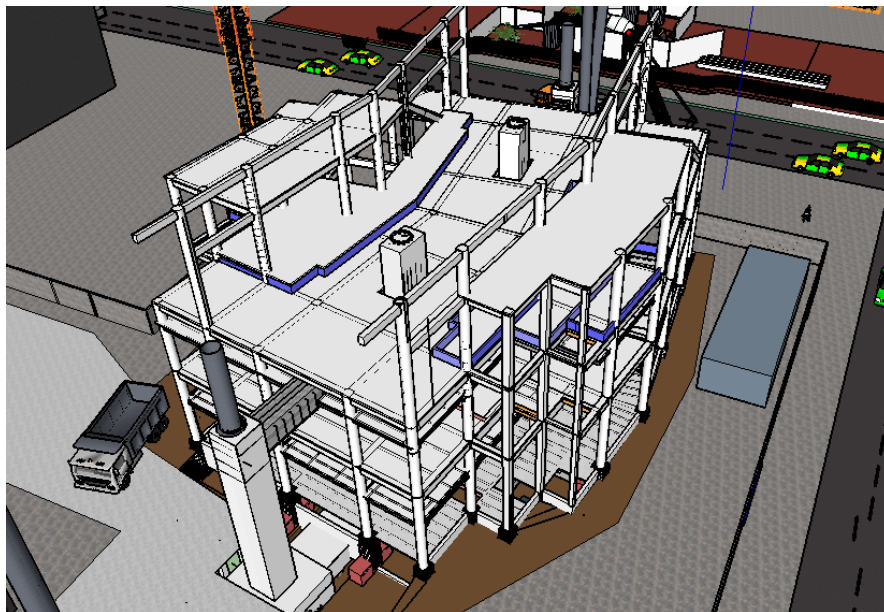


Ilustración 204.- Render de vigas de nivel de cubierta
Fuente: Autor

4.17.- MAMPOSTERÍA

Luego de realizar la estructura del edificio principal, se procede con la instalación de mampostería en los niveles inferiores conforme a lo delimitado en los planos arquitectónicos. Así mismo, se realiza la correspondiente instalación de boquetes y dinteles para las respectivas ventanas y puertas del sistema.



Ilustración 205.- Estación 04
Fuente: Internet

4.18.- MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIÓN DE CABLE

Se procede a realizar el montaje de los diferentes equipos eléctricos que darán energía al sistema, aquellos se colocan en las losas intermedias destinadas para aquellos fines.

La instalación del cable se realizará previo a la construcción de la cubierta final. Aquel proceso es de vital importancia, puesto que requiere de personal altamente capacitado y de equipo tecnológico de primer nivel.

Inicialmente mediante un dron, se coloca un cable guía de acero. Aquel cable une el trayecto entre las estaciones y las pilonas. El cable guía, por lo general

es de 2 mm de diámetro y de plástico de alta densidad. Luego de llegar a la parte alta de las pilonas, es sujeta a las poleas por personal especializado, para que así quede conectado el primer cable desde la Estación hasta la primera pilona.



Ilustración 206.- Instalación de cable guía mediante dron

Fuente: Internet



Ilustración 207.- Llegada de dron a balancín

Fuente: Internet

Luego de aquello, por medio de poleas mecánicas en acciones similares se procede con cambiar el cable cada vez por cables más gruesos, por ejemplo,

de un diámetro de 2 mm se procede a realizar el cambio de cable por un cable de 5 mm, se procede con acciones similares hasta llegar al diámetro final del cable.



Ilustración 208.- Poleas mecánicas para instalación de cable de acero final
Fuente: Internet

4.19.- INSTALACIÓN DE CUBIERTA ELECTROMECAÁNICA

Luego de haber realizado la instalación del cable se procede con las instalaciones de la cubierta electromecánica y de las cabinas. Aquel proceso se lo realiza por medio de la ayuda de la grúa torre, de igual manera con el personal capacitado puesto que por la cubierta se instalarán diversos sistemas que serán parte de la Aerovía.

Se realiza la instalación de las vigas secundarias las cuales son de perfiles metálicos, aquello se lo realiza mediante la ayuda de la torre grúa.

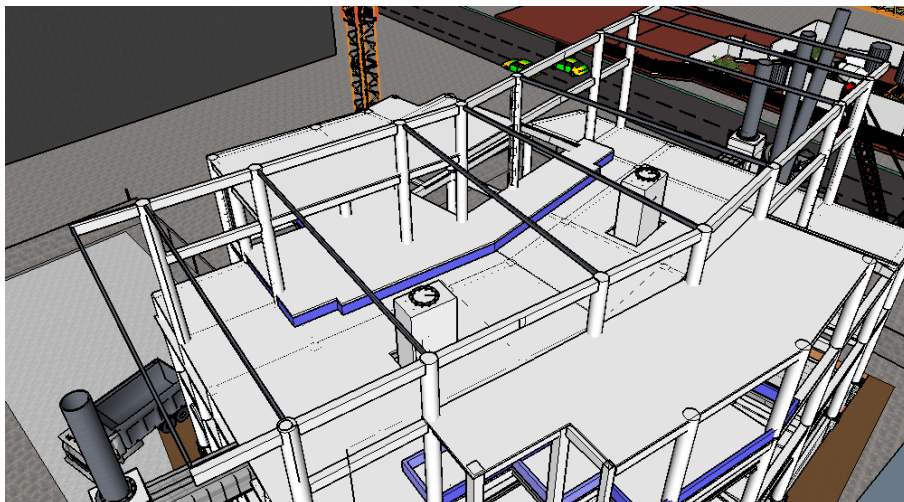


Ilustración 209.- Render de vigas metálicas para cubierta
Fuente: Autor

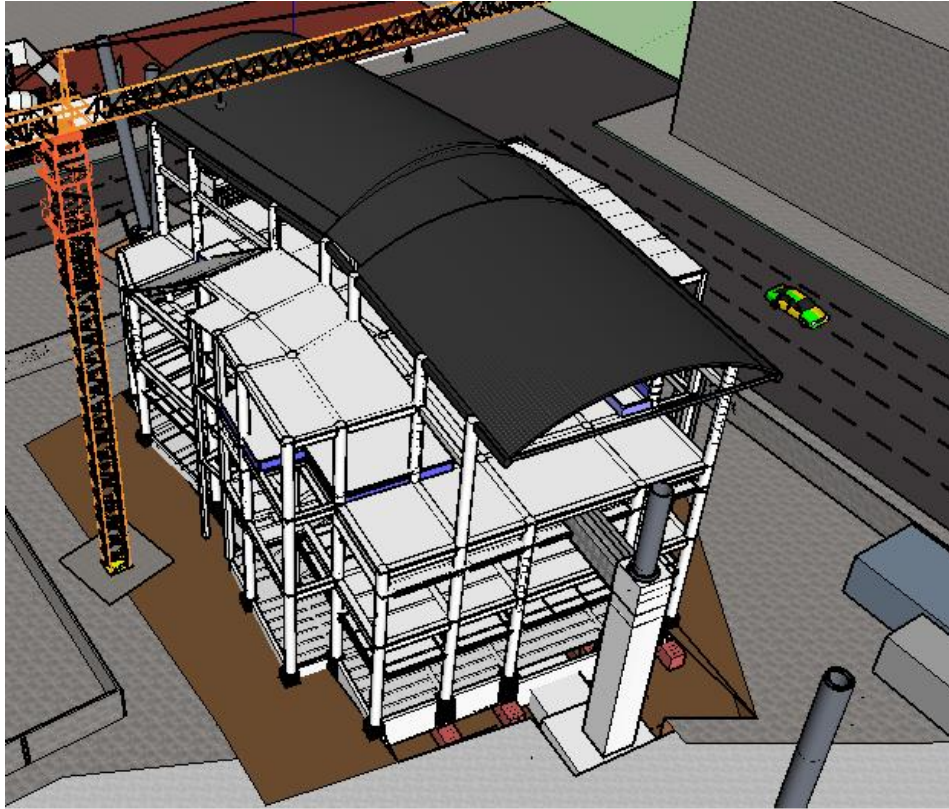


Ilustración 210.- Render de cubierta electromecánica
Fuente: Autor



Ilustración 211.- Cubierta en estación de transporte aero-suspendido
Fuente: Internet

4.20.- ACABADOS Y OBRAS EXTERIORES

Luego de realizar el correspondiente montaje de equipos con las debidas pruebas, se procede a realizar la respectiva construcción de obras exteriores, tales como cisternas, jardines, en aquella etapa se realiza el desmontaje de la grúa torre.

Luego se procede con la instalación de los acabados. Inicialmente se colocan elementos tales como puertas, ventanas, iluminarias, barandas metálicas, señalética, entre otros, para luego realizar la respectiva instalación de pinturas y culminar con la recepción de la obra.



Ilustración 212.- Estación 04

Fuente: Internet

CAPÍTULO # 5.- CONTROL DE CALIDAD

Además de la realización de un buen procedimiento constructivo, es necesario implementar las correctas medidas en el control de calidad de aquellos procedimientos.

Aquellas medidas por lo general incluyen ensayos de distintos materiales y certificados para los trabajadores, en caso de ser acciones especializadas, así también para los materiales y equipos empleados durante la obra.

De igual manera, es necesario poseer la debida documentación de los procesos constructivos realizados, lo cual garantiza que fue llevado siguiendo las normas vigentes. Aquellos documentos cuentan con las firmas de aprobación de las personas encargadas para cada actividad realizada en aquella etapa constructiva, por ejemplo; se lleva a cabo la fundición de algún elemento cuando se encuentre verificada y aprobada en topografía, pasantes embebidas en aquel elemento, entre otros.

5.1.- ESTUDIOS

Existen diversos estudios realizados para la presente obra, entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes.

5.1.1.- GEOTÉCNICOS

Los principales estudios geotécnicos realizados son de suelos, para los cuales se realizó inicialmente ensayos de CPT, SPT y ensayos geofísicos. Es importante recalcar que aquello se lo realizó para cada estación debido a que las diferentes estaciones que conforman el sistema de la Aerovía están ubicadas en sitios diferentes, por lo que el suelo varía para cada estación.

Por la cercanía de las estaciones a ciertas pilonas, se puede usar los estudios de suelos para aquellos elementos, sin embargo, conforme se van alejando es necesario realizar un estudio de suelo para aquel elemento.

Aquellos estudios son de vital importancia, debido a que allí se decide sobre el tipo de cimentación que se empleará.

PROFUNDIDAD (m)	COTA (m)	LEYENDA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA TIPO Y NÚMERO	RECUPERACIÓN %	SPT (MG)	SUPER. DE BOLSILLO (PSI)	S _u -TORVANE (PSI)	LÍMITES ATTERBERG						
									HUMEDAD (%)	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO	FINOS (%)		
			Concreto / Relleno de arcilla con gravas granulares	ROT	0										
			0,30m (GM) 45 % grava, 35 % arena, 20 % finos Material de Relleno. Grava limosa con arena de color café de compactidad medianamente densa	MA 1	50	7-9-8 (15)			18,0	NP	NP	NP	20		
				MA 2	33	5-5-4 (9)									
			1,20m (GM) 52 % grava, 22 % arena, 26 % finos Material de relleno. Grava limosa con arena de color gris oscuro de compactidad muy suelta a suelta	MA 3	15	2-1-1 (2)			24,0	NP	NP	NP	26		
				MA 4	44	4-1-3 (4)									
			3,10m (CH) 13 % grava, 16 % arena, 71 % finos Arcilla con arena de color gris verdoso de consistencia muy blanda a blanda con presencia de gravilla	MA 5	44	1-1-1 (2)			60,0	-	-	-	71		
				MA 6	100	1-1-1 (2)									
				MA 7	90	1-1 (2)									
				MA 8	0	1-1-2 (3)									
			5,60m (MH) 4 % grava, 4 % arena, 92 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia muy blanda	MA 9	100	1-1-1 (2)			70,0	69,0	33,0	36,0	92		
				MA 10	100	2-1-1 (2)									
				MA 11	100	0-1-1 (2)									
				MA 12	100	1-1-1 (2)									
			7,40m (CH) 0 % grava, 2 % arena, 98 % finos Arcilla de color gris verdoso de consistencia muy blanda	MA 13	90	1-1-1 (2)			76,0	69,0	33,0	36,0	98		
			7,85m (CH) 0 % grava, 2 % arena, 98 % finos Arcilla de color gris verdoso de consistencia muy blanda	MA 14	70	2-1-1 (2)			75,0	70,0	33,0	37,0	98		
				MA 15	90	1-1-1 (2)									
				MA 16	90	0-1-1 (2)									
			9,40m (MH) 0 % grava, 3 % arena, 97 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia blanda a muy blanda	MI 17	80		11	15	72,0	76,0	37,0	39,0	97		
				MA 18	93	0-1-1 (2)									
				MA 19	90	0-1-1 (2)									

Ilustración 213.- Estudio de suelos Estación 04 (1/3)

Fuente: Sofratesa

PROFUNDIDAD (m)	COTA (m)	LEYENDA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA TIPO Y NÚMERO	RECUPERACIÓN %	SPT (MBQ)	SAPEN DE BOLSILLO (kPa)	Su-TOR VANE (kPa)	HUMEDAD (%)	LÍMITES ATTERBERG				FINOS (%)
										LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD		
12	-8.34		11,10m (MH) 0 % grava, 9 % arena, 91 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia entre muy blanda a blanda con presencia de arena	MA 20	90	2-1-1 (2)	29	28	62,0	60,0	33,0	27,0	91	
				MA 21	100	2-1-2 (3)								
				MA 22	100	1-1-1 (2)								
				MA 23	93	3-2-1 (3)								
14	-10.34		12,90m (CH) 0 % grava, 5 % arena, 95 % finos Arcilla de color gris verdoso de consistencia blanda	MA 24	100	2-2-2 (4)	64,0	66,0	32,0	34,0	95			
				MA 25	75	2-1-1 (2)	64,0	67,0	34,0	33,0	95			
16	-12.34		13,50m (MH) 0 % grava, 5 % arena, 95 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia muy blanda a blanda	MA 26	90	1-1-2 (3)	29	28	65,0	51,0	32,0	19,0	87	
				MA 27	100	3-2-2 (4)								
				MA 28	0	3-2-2 (4)								
				MI 29	60									
18	-14.34		14,40m (MH) 0 % grava, 5 % arena, 95 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia blanda	MA 30	0	1-1-1 (2)	29	28	68,0	76,0	38,0	38,0	95	
				MA 31	100	1								
				MA 32	0	1-1 (2)								
				MA 33	100	2-2-2 (4)								
20	-16.34		15,60m (MH) 0 % grava, 13 % arena, 87 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia firme a muy blanda con presencia de arena	MA 34	100	1	29	28	55,0	48,0	29,0	19,0	90	
				MA 35	90	1-1 (2)								
				MA 36	100	1-1-1 (2)								
				MA 37	80	2-1-1 (2)								
22	-18.34		17,90m (MH) 0 % grava, 5 % arena, 95 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia blanda a muy blanda	MA 38A	50	3-3-14 (17)	29	28	52,0	-	-	-	72	
				MA 38B	0	7-7-6 (13)			43,0	NP	NP	NP	20	
				MA 39	0	5-6-7 (13)								
				MA 40	0	5-6-7 (13)								
22	-18.34		19,85m (ML) 0 % grava, 10 % arena, 90 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia muy blanda	MA 41	60	10-8-4 (12)	29	28	36,0	NP	NP	NP	16	
				MA 41	60	10-8-4 (12)								

Ilustración 214.- Estudio de suelos Estación 04 (2/3)

Fuente: Sofratesa

PROFUNDIDAD (m)	COTA (m)	LEYENDA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA TIPO Y NÚMERO	RECUPERACIÓN %	SPT (N60)	SHPEN DE BOLSILLO (MPa)	Su-TOR VANE (MPa)	LÍMITES ATTERBERG						
									HUMEDAD (%)						
									LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLASTICIDAD	FINOS (%)			
				MA 42	90	2-3-2 (5)									
			22,55m (CH) 0 % grava, 14 % arena, 86 % finos Arcilla de color gris verdoso de consistencia blanda con presencia de arena	MA 43	80	4-3-2 (5)			58,0	54,0	24,0	30,0	86		
				MI 44	0										
24	-20,34		24,00m (CH) 0 % grava, 34 % arena, 66 % finos Arcilla arenosa de color gris verdoso de consistencia muy blanda	MA 45	44	1-1-1 (2)			54,0	-	-	-	66		
				MA 46	0	1-1-1 (2)									
			24,90m (CH) 1 % grava, 20 % arena, 79 % finos Arcilla con arena de color gris verdoso de consistencia blanda	MA 47	100	1-2-1 (3)			56,0	62,0	23,0	39,0	79		
				MI 48	0										
				MA 49	65	3-2-1 (3)									
			26,90m (CH) 0 % grava, 23 % arena, 77 % finos Arcilla con arena de color gris verdoso de consistencia firme	MI 50	80		30	24	57,0	60,0	26,0	34,0	77		
26	-22,34														
			27,90m (GM) 45 % grava, 37 % arena, 18 % finos Grava limosa con arena de color gris verdoso de compactidad densa a medianamente densa	MA 51	65	17-12-16 (26)			32,0	NP	NP	NP	18		
				MA 52	0	17-6-6 (12)									
				MA 53	65	15-18-29 (47)									
			29,25m (MH) 0 % grava, 6 % arena, 94 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia dura	MA 54	90	21-20-29 (49)			34,0	66,0	35,0	31,0	94		
				MA 55	100	11-22-35 (57)									
30	-26,34		30,30m (MH) 0 % grava, 4 % arena, 96 % finos Limo de color amarillo claro de consistencia dura	MA 56A	60	41-50R en 5 cm			34,0	62,0	33,0	29,0	96		
			30,50m (MH) 1 % grava, 10 % arena, 89 % finos Limo de color gris verdoso de consistencia dura	MA 56B	60				46,0	-	-	-	89		
			Fin de SONDEO a 30,55m												

Ilustración 215.- Estudio de suelos Estación 04 (3/3)

Fuente: Sofratesa

5.1.2.- FALLA Y SERVICIO

El estudio de “Estado Límite de Falla y Servicios de las Cimentaciones de las Estaciones” es uno de los estudios iniciales realizados en el sistema de la Aerovía.

Luego de obtener los datos estructurales acerca de la carga que transferirá el edificio, en conjunto al estudio de suelo, se procede a la modelación matemática de pilotes con diferentes dimensiones de secciones y acero de refuerzo. Aquello con el fin de poder decidir de todas las medidas, la más satisfactoria, ya sea usando diferentes parámetros como asentamientos, capacidad admisible del pilote, vibraciones producidas durante el proceso de hincado, así como el estudio de hincabilidad del mismo.

En el último mencionado, depende del martillo, se selecciona un tipo de martillo, por lo general el martillo de la empresa que realizará el hincado de los mismos, para que en base a aquel martillo se obtenga el criterio de rechazo del pilote para llegar a obtener la resistencia requerida.

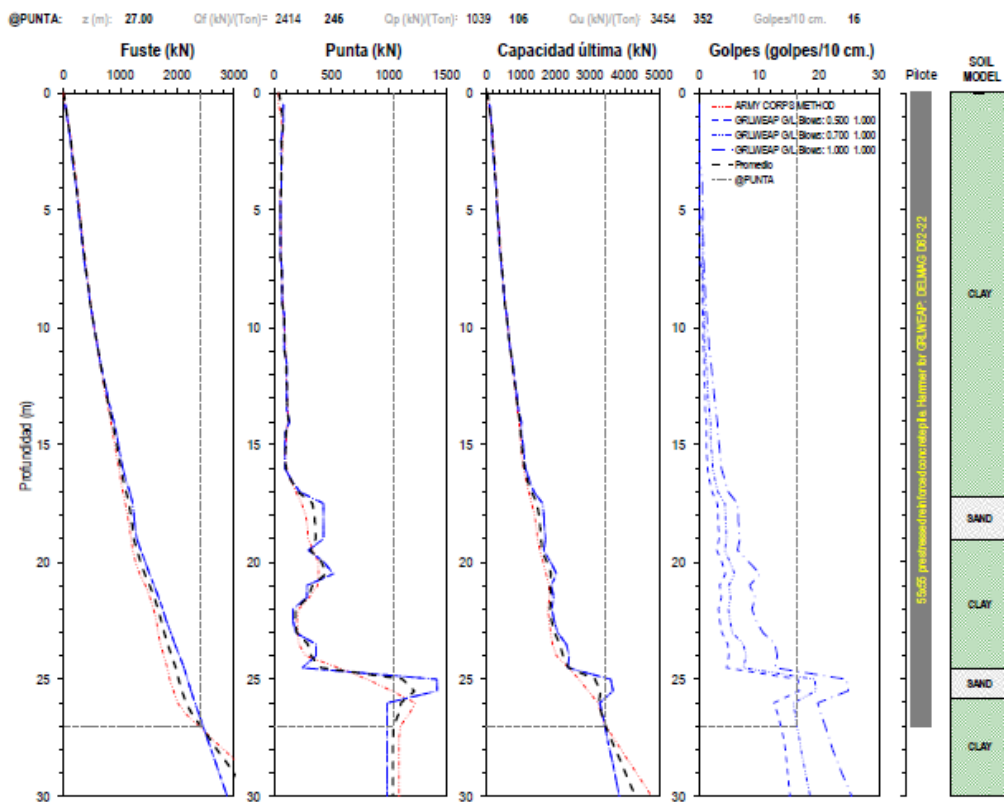


Ilustración 216.- Resultados de estudios de hincabilidad
Fuente: Ing. Aníbal García

5.2.- ENSAYOS

5.2.1.- ENSAYOS DE PDA

Los ensayos de PDA tienen como objetivo fundamental verificar la integridad estructural del pilote y de obtener la respuesta de carga – asentamiento, desglosado por fuste y por punta.

Actúa mediante la medición de ondas, se colocan sensores anclados al pilote, por lo general a 1 metro debajo del extremo superior del pilote. Luego se realizan 10 golpes con el mismo martillo usado para el hincado de los mismos, para proceder a realizar las lecturas de las ondas.

Luego de realizar el debido proceso de análisis de los resultados mediante software, usualmente el CAPWAP se emite un informe con los resultados del ensayo. Por lo general, se aplica aquel ensayo al 4% de los pilotes hincados.

PILOTE	Sección/ Longitud total	CONDICION DE PRUEBA	RESISTENCIA TOTAL CAPWAP (TON)	RESISTENCIA PUNTA CAPWAP (TON)	RESISTENCIA FUSTE CAPWAP (TON)
B4	50x50 cm/ 23.5 m	REHINCA	340	60	280
P10	50x50cm / 25m	REHINCA	345	70	275
P2	50x50cm / 25m	REHINCA	355	65	290

Ilustración 217.- Resultados de PDA

Fuente: Ing. Aníbal García

5.2.2.- ENSAYOS DE TINTAS PENETRANTES

El ensayo de tintas penetrantes consiste en la colocación de una tinta base de color rojo, la cual se impregna en las distintas imperfecciones que pueden existir en la soldadura, luego de aquello se realiza la limpieza del excedente de tinta para realizar luego la colocación de una tinta reveladora.

Aquella tinta tiene como objetivo mostrar todas las imperfecciones de la soldadura, la cual se reflejan mediante la tinta base. Por lo general, se aplica al 25% de los pilotes hincados.

Lugar de ensayo: Estación 4 Mosqueteros.								
Referencia del Trabajo: Inspección por Líquidos Penetrantes de juntas metálicas de unión de pilotes, soldadas.								
ELEMENTO INSPECCIONADO:	Soldadura de Juntas Metálicas para unión de Pilotes de Hormigón.							
CONDICIÓN SUPERFICIAL:	Como Soldado (As welded)	Mecanizado (Mechanized)						
	Esmerilado (Ground)	Original (Original)						
MÉTODO DE INSPECCIÓN: LÍQUIDOS PENETRANTES		CÓDIGO ó NORMA DE REFERENCIA: AWS D1.1 ED. 2015						
CONDICIONES DE ENSAYO		PIEZA(S) A ENSAYAR						
Limpieza previa: Remoción superficial, Cepillo metálico.		Denominación: Soldadura Junta Metálica de Pilotes						
Familia de Penetrantes: Tipo II Método C								
Marca de productos: Magnaflux								
Ref. penetrante: SKL-5P2	T. penetración:	Material: ASTM A36	Colada N°: No Indicado					
Lote: 01-65013-108	15 Minutos							
Ref. emuls./elim.: N/A	T. secado:	T. Térmico: N/A	Extensión del ensayo: Junta a Perimetral a filete, superior e inferior.					
Lote: N/A	5 Minutos							
Ref. revelador: SKD-S2	T. revelado:							
Lote: 01-7653-124	10 Minutos							
Temp. Ensayo: Ambiente	Temp. Secado:	Estado Superficial: Como Soldado						
28 °C	28 °C							
Iluminación: Luz Blanca _X_	Luz Negra: _____							
RESULTADO DEL ENSAYO. INDICACIONES OBSERVADAS								
Indicación N°:	1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de Indicación:								
Largo (mm.):								
Ancho (mm.):								
Aceptar (/):								
Rechazar (X):								
OBSERVACIONES:								
1. Se realiza la limpieza y corrección de discontinuidades de soldadura; previo a la aplicación del ensayo por Líquidos Penetrantes.								
2. No se observan discontinuidades relevantes, de acuerdo al Código AWS D1.1.								

Ilustración 218.- Informe de tintas penetrantes

Fuente: Ing. Aníbal García

5.2.3.- PRÓCTOR MODIFICADO

El ensayo de próctor se lo realiza previo al proceso de compactación, para definir la humedad óptima necesaria para alcanzar la máxima densidad seca en dicho tipo de suelo. Luego de realizar el debido próctor se realiza la compactación del material empleando diferentes equipos, tales como rodillos manuales de doble tambor, compactadores a percusión, entre otros.

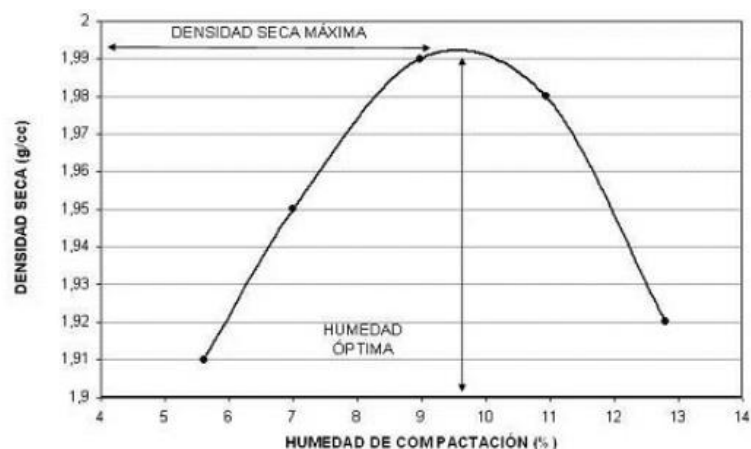


Ilustración 219.- Resultados del próctor

Fuente: Internet

5.2.4.- COMPACTACIÓN

El ensayo de compactación se lo realiza mediante el uso del densímetro nuclear es un ensayo que permite medir en sitio y en corto tiempo el grado de compactación del suelo, por lo que si efectivamente supera la densidad en el próctor es válida y se sigue realizando la compactación de otra capa hasta finalizar.



Ilustración 220.- Densímetro nuclear
Fuente: Internet

5.2.5.- AGREGADO GRUESO

Para el agregado grueso se realizan diversos ensayos, entre los cuales se encuentran:

Análisis Granulométricos

Peso Unitario y Vacíos

Partículas de Peso Ligero

Resistencia a la Abrasión

Desgaste a los Sulfatos

Reactividad Potencial

Grumo de Arcillas y Partículas Desmenuzables

5.2.6.- AGREGADO FINO

Para el agregado fino se realizan diversos tipos de ensayos, entre los cuales se encuentran:

Módulo de Finura

Análisis Granulométricos

Gravedad específica y Absorción

Peso Unitario y Vacíos

Peso Ligero

Impurezas Orgánicas

Grumos de Arcillas y Partículas Desmenuzables

Desgaste a los Sulfatos

Reactividad Potencial

5.2.7.- ACERO

Existen varios ensayos realizables a las varillas de acero, aquellos consisten en ensayos para cada colada de acero producido en la planta, es necesario ensayos de características dimensionales, características químicas y de características mecánicas.

Es importante conocer que aquellos ensayos no los realiza el constructor, sino la empresa que manufactura dicho producto, la cual otorga al constructor en caso que lo solicite.

Aquellos ensayos aplican también para los torones y perfiles metálicos de diferentes secciones.

PARAMETROS			NORMA INEN 2167				
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES			REQUISITOS			RESULTADO	EVALUACION
			MIN	NOM	MAX	PROMEDIO	
Espaciamiento entre resaltes (mm)					8,40	7,42	Pasa
Altura del resalte (mm)			0,48			0,90	Pasa
Ancho resalte transversal (mm)					4,70	130,00	Pasa
CARACTERISTICAS QUÍMICA			REQUISITOS			RESULTADO	EVALUACION
			MIN	NOM	MAX	PROMEDIO	
Carbono Equivalente					0,55	0,478	Pasa
Carbono					0,30	0,26	Pasa
Silicio (%)					0,55	0,19	Pasa
Manganeso (%)					1,56	1,20	Pasa
Fósforo (%)					0,043	0,01	Pasa
Azufre (%)					0,053	0,03	Pasa
CARACTERISTICAS MECANICAS			REQUISITOS			RESULTADO	EVALUACION
			MIN	NOM	MAX	PROMEDIO	
Límite de Fluencia (Mpa)			420		540	472,78	Pasa
Resistencia a la Tracción (Mpa)			550			604,52	Pasa
Alargamiento mínimo con probeta Lo = 200 mm							
Diámetro (8 mm - 20 mm)			14			18,55	Pasa
Diámetro (22 mm - 36 mm)			12				
Diámetro (40 mm)			10				
Resistencia a la Tracción /Límite de Fluencia			1,25			1,278649689	Pasa
Doblado a 180 Grados	Diámetro nominal (d)	Diámetro de mandril (D)					
	8mm - 18mm	3d	Sin agrietamiento lado posterior dobléz			OK	Pasa
	20mm - 25mm	4d	Sin agrietamiento lado posterior dobléz				
	32mm - 36mm	6d	Sin agrietamiento lado posterior dobléz				

Ilustración 221.- Ensayos de varillas de acero

Fuente: Ing. Aníbal García

5.2.8.- HORMIGÓN

Para elementos de hormigón, es necesario realizar las pruebas de los agregados previamente mostradas, así como del cemento empleado. Los ensayos realizados al hormigón consisten principalmente de roturas de cilindros para medir la resistencia a compresión de los mismos.

Como parte del proceso de control de calidad, es necesario contar con el diseño de la dosificación del hormigón para cada resistencia, el cual debe estar previamente aprobado por la entidad fiscalizadora.

Materiales	Masa (seca) (kg)	Densidad (kg/lt)	Volumen (lt)
Cemento Holcim HE	425,00	3,14	135
Agua	175,00	1,00	175
Arena Rio Chimbo sin tamizar	0,00	2,64	0
Arena Tamizada y lavada	944,00	2,64	358
Grava 3/4 Verdú	930,00	2,91	320
Grava 1/2	0,00	2,63	0
Plastiment 200-R	3,0	1,19	2,50

Ilustración 222.- Dosificación Hormigón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ bombeable

Fuente: Ing. Aníbal García

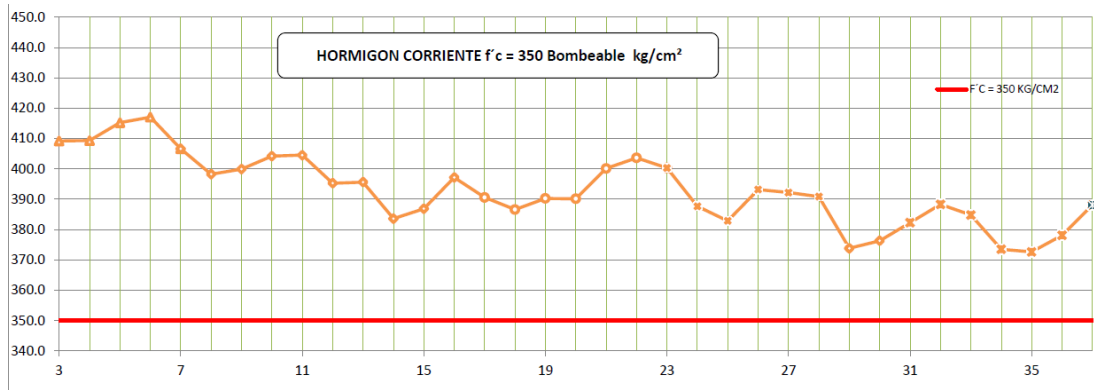


Ilustración 223.- Desviación estándar de roturas de hormigón de 350 kg/cm²

Fuente: Ing. Aníbal García

5.3.- CERTIFICACIONES

Entre las diversas certificaciones, existen las del personal empleado, las cuales demuestran poseer los conocimientos que lo acredite a la realización de aquel trabajo, por lo general especializado. Entre la certificación más comunes se encuentran la de soldador calificado y la de técnico ACI.

Entre otras de las certificaciones se encuentran las del equipo a emplear, se piden las especificaciones técnicas de aquel equipo, así como matrícula para revisar el año de adquisición y ver si cumple con los requerimientos exigidos. Se incluyen certificados de calibración de equipos tales como prensas, balanzas, densímetros nucleares, entre otros. Aquel certificado lo emiten compañías avaladas por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).



Ilustración 224.- Manual de preparación para certificación ACI

Fuente: Internet

5.4.- FORMATOS

Aquellos aseguran la calidad del trabajo en cada actividad, mediante la aprobación del profesional encargado de cada sub actividad. Por ejemplo, para el proceso de hincado de pilotes, el formato permite verificar que se ha alcanzado el criterio de rechazo previamente definido en el estudio de hincabilidad, así mismo muestra diversas características del proceso de hincado, otro formato común es del control de hormigonado de elementos.

CONGRESO AEROSUSPENDIDO QUAYAQUEL										REG. N°				
HINCADO DE PILOTES										81				
Rev. B	Consorcio N°:	ASO EXI (0-EST-60-REG-800)			Externo N°:	MA	FECHA:							
1.- INFORMACIÓN GENERAL					2.- DATOS DEL PILOTE									
Fecha:	Inicio:	13-02-18			Fin:	19-02-18								
Dato / Ejecución:					HINCA PILOTES DE 3 SECCIONES PARA ESTACION 34 DE LA AERONAVE									
Residente / obra:					ING CAMILO RIZO									
Coordinador:					RIPONDIV									
Contratista:					MAYSA - PUGHESA									
Cota terreno:					4,98									
Cota final punta:					-26,42									
Cota cinescópica:					0,30									
3.- DATOS DE LA MAQUINARIA														
Usos	Marca	Modelo	L. Placa	Cap.	Perforadora	Marca	Modelo	Tono	Masa	Tn	R (mm)			
	AMERICAN	527	24	40		GGGH	1	6,00		1,3				
	HITACHI	EH-180	20	50										
	Marca	Modelo	VR	GPR	MAs	Cole	in							
	PERCO	D19-40			57,0	23 M								
4.- PROCESOS - REVISIÓN														
1.- Ubicación eje:						4.- Materiales de amortiguación:								
2.- Revisión de cintas referenciales:						7.- Verticalidad:								
3.- Aprobación de eje (ubicación):						8.- Hora de inicio / hincado: 14:10 - 14:20								
4.- Presencia de tajalengua o referencia:						9.- Hora de terminación / hincado: 8:50 - 9:20								
5.- Presencia del fiscalizador:						10.- Total del tiempo: 40 min								
Intervalo (m)	Cóps	Intervalo (m)	Cóps	Intervalo (m)	Cóps	Intervalo (m)	Cóps	Intervalo (m)	Cóps	Intervalo (m)	Cóps			
9,00	1,00	0	20,00	20,00	11	24,00	24,00	2	26,00	26,00	2	28,00	28,00	60
1,00	2,00	0	20,00	21,00	18	24,00	24,00	9	26,00	26,00	9	28,00	28,00	73
2,00	3,00	0	21,00	21,50	10	24,00	24,70	2	26,00	26,70	2	28,00	28,70	
3,00	4,00	0	21,50	22,00	18	24,70	24,80	2	26,70	26,80	2	28,70	28,80	
4,00	5,00	0	22,00	22,00	19	24,80	24,80	2	26,80	26,80	9	28,80	28,80	
5,00	6,00	0	22,00	23,00	13	24,80	25,00	2	26,80	27,00	3	28,80	29,00	
6,00	7,00	0	23,00	23,10	2	25,00	25,10	2	27,00	27,10	4	29,00	29,10	
7,00	8,00	0	23,10	23,20	2	25,10	25,20	2	27,10	27,20	7	29,10	29,20	
8,00	9,00	2	23,20	23,30	3	25,20	25,30	2	27,20	27,30	9	29,20	29,30	
9,00	10,00	2	23,30	23,40	5	25,30	25,40	2	27,30	27,40	12	29,30	29,40	
10,00	11,00	3	23,40	23,50	3	25,40	25,50	3	27,40	27,50	10	29,40	29,50	
11,00	12,00	4	23,50	23,60	3	25,50	25,60	2	27,50	27,60	13	29,50	29,60	
12,00	13,00	4	23,60	23,70	3	25,60	25,70	2	27,60	27,70	11	29,60	29,70	
13,00	14,00	21	23,70	23,80	2	25,70	25,80	2	27,70	27,80	14	29,70	29,80	
14,00	15,00	13	23,80	23,90	3	25,80	25,90	2	27,80	27,90	19	29,80	29,90	
15,00	16,00	15	23,90	24,00	3	25,90	26,00	3	27,90	28,00	25	29,90	30,00	
16,00	17,00	12	24,00	24,10	3	26,00	26,10	3	28,00	28,10	30			
17,00	18,00	13	24,10	24,20	3	26,10	26,20	2	28,10	28,20	30			
18,00	19,00	15	24,20	24,30	3	26,20	26,30	9	28,20	28,30	35			
19,00	20,00	16	24,30	24,40	3	26,30	26,40	5	28,30	28,40	35			
Trabajos de soldadura		Capuchón metálico:		Sección interior:		Altura:		Peso:						
Trabajo de soldadura:		Inferior / Tiempo: 1 hora		Fecha: 13-02-18		Superior / Tiempo: 1 hora		Fecha: 18-02-18						
Observaciones:														

Ilustración 225.- Formato de registro de hincado de pilotes

Fuente: Ing. Aníbal García

CAPÍTULO # 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Es importante haber conocido lo relevante del proyecto de la Aerovía, luego de una adecuada descripción de cada una de las etapas de la Estación 04, la cual fue seleccionada como modelo considerando la amplitud del proyecto. El conocimiento del presente proceso constructivo previamente descrito, redundará positivamente en profesionales y estudiantes afines a la construcción. La presente tesis puede ser empleada como una guía para la realización de futuras estaciones de transporte aero-suspendido en Ecuador y en distintos países, además de ser uno de los únicos trabajos donde se describe un proceso constructivo de alguna estación de transporte aero – suspendido.

Es de suma importancia conocer cuál será el proceso constructivo, de aquello depende el éxito de la obra. Gracias al mismo se conoce: las diferentes maquinarias que se emplearán en cada etapa constructiva; el material necesario que se usará sin tenerlo almacenado en exceso, lo cual provocará pérdidas de espacios ocasionando serios problemas; el personal a emplearse y dentro de lo más importante la logística de cómo se realizará cada etapa, previniendo cualquier tipo de inconveniente que podría llegar a producirse en alguna de las distintas etapas.

La etapa de mayor importancia y la cual hay que poner mayor énfasis y atención, es la cimentación puesto que de aquella depende toda la estructura de la estación y por ende la vida de los futuros usuarios del proyecto de la Aerovía.

RECOMENDACIONES

En etapas de obras preliminares, tal como demoliciones y desalojo de escombros es de sumo cuidado el tema logístico, ya que se busca interferir lo menos posible con los lugares cercanos. La colocación del campamento debe ser en un sitio que no permita interferencia alguna con la construcción de la estructura principal, por lo que implantación general de la estación es necesaria.

En la etapa de cimentación, lo más importante es la correcta construcción e hincado de los pilotes, puesto que de aquello depende fundamentalmente el sistema de la Aerovía. En la construcción, es necesario un correcto estudio de suelo y de falla, puesto que de allí se obtiene la longitud y sección de los pilotes, así mismo es de gran importancia la implementación de medidas de control de calidad, tales como calibraciones de equipos y los diversos ensayos de materiales. En el proceso de hincado, la llegada de los pilotes a obra debe ser en la noche por temas logísticos, se debe contar también con un excelente estudio de hincabilidad para poder verificar que, con ciertos números de golpes descrito en aquellos estudios, se alcanzará una profundidad que cuenta con las debidas capacidades portantes para el sistema.

En el proceso de cimentación superficial, en caso que no existiese el debido espacio para almacenar material, se recomienda la construcción del perímetro para luego poder realizar el almacenamiento de materiales junto a aquella zona, así mismo en caso de encontrarse próximos a algún río tomar las medidas preventivas para que no afecte el nivel freático.

Luego de construir la cimentación, los siguientes elementos a construir son las columnas principales del sistema. En aquella etapa es de gran importancia la correcta resistencia de los bloques de poliestireno expandido, puesto que de ellos depende la forma hueca de las columnas. La fundición de la columna es realizada hasta cierto nivel debajo de la viga riostra de niveles superiores, aquello para luego fundir monolíticamente las vigas con el respectivo nodo.

Para el montaje de los anillos en cada elemento, se requiere de un riguroso control de topografía, puesto que la tolerancia de la desviación de las coordenadas es mínima, así mismo un correcto sistema de sujeción del anillo es vital.

La construcción del edificio de la Estación 04, se asemeja a un edificio normal, es decir, es necesario contar con los debidos controles, tales como roturas de cilindros, correctas dosificaciones del hormigón, ensayos de materiales, un adecuado sistema de apuntalamiento de encofrado, entre otros.

Luego de las instalaciones de los elementos electromecánicos del sistema, se realizarán las respectivas revisiones para constatar que no haya problemas de vibraciones o de agrietamientos, para luego poder realizar las obras externas y los acabados de la Estación 04.

Es importante poseer todos los planos actualizados para poder construir, así mismo se deben realizar todos los procedimientos y ensayos marcados en las distintas normas empleadas para distintos materiales empleados, ya que así se logra un correcto trabajo y con ello garantiza la vida de los futuros usuarios de la Aerovía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil. (2015). *Especificaciones para los estudios definitivos*. Recuperado de <https://www.guayaquil.gob.ec/Aerosuspendido/Anexo%20TDR%20Estudios%20Definitivos.pdf>
- EcuRed. (2018). *Metrocable de Caracas*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Metrocable_de_Caracas
- El Comercio. (2015). *El pasaje en la Aerovía tendrá un costo promedio de USD 0,70*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/aerovia-transporte-guayaquil-jaimenebot.html>
- El Universo. (2005). *El teleférico de Quito es una realidad desde hoy*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/2005/05/24/0001/12/E5221A83282944DCBD4371E271DEA209.html>
- El Universo. (2017). *El monumento a Los Cuatro Mosqueteros del Guayas*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/deportes/2017/04/02/nota/6119795/monumento-cuatro-mosqueteros-guayas>
- Expreso. (2018). *La piscina patrimonial, del deterioro a la demolición*. Recuperado de <https://www.expreso.ec/guayaquil/inpc-patrimonio-cultural-piscinapublica-demolicion-MB2012358>
- Gobierno Descentralizado Municipal de Guayaquil, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil, & A & V Consultores. (2015). *Informe Final Aerovía. Estudio de factibilidad de un sistema de transporte masivo alternativo para la ciudad de Guayaquil Transporte Aereo Suspendido, I*, 17-521.

- The Gondola Project. (2017). *La Paz Opens City's Longest Mass Transit Urban Gondola: Blue Line (Línea Azul)*. Recuperado de <http://gondolaproject.com/2017/03/03/la-paz-opens-citys-longest-mass-transit-urban-gondola-blue-line-linea-azul/>
- La Nación. (2011). *Rio de Janeiro ya conecta sus favelas con un teleférico*. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/1387649-rio-de-janeiro-conecta-sus-favelas-con-un-teleferico>
- LEITNER ropeways. (n.d.). *La evolución de los teleféricos*. Recuperado de <https://www.leitner-ropeways.com/es/empresa/informaciones-utiles/la-evolucion-de-los-telefericos/>
- Metro de Medellín. (n.d.). *Historia*. Recuperado de <https://www.metrodemedellin.gov.co/quiénessomos/historia>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2012). Manual metodológico para la formulación y presentación de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia. *DIARIO OFICIAL* [Bogotá].
- Miravete, A., Larrodé, E., & Marco, A. M. (1998). *Los transportes en la ingeniería industrial (teoría)*. Reverte.
- Orro Arcay, A., Novales Ordax, M., & Rodríguez Bugarín, M. (2003). Descripción general del transporte por cable. In *Transporte por cable* (1st ed., pp. 7-32). España: Ed. Tórculo Artes Gráficas.
- Telégrafo, E. (2018). *INPC califica de "agresión al patrimonio cultural" la demolición de piscina en Guayaquil*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/inpc-califica-de-agresion-al-patrimonio-cultural-la-demolicion-de-piscina-en-guayaquil>

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Luzuriaga Sigcho, Jean Carlo**, con C.C: # 0920781416 autor del trabajo de titulación: **Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo, tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán Guayaquil** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 22 de marzo del 2019

Nombre: **Luzuriaga Sigcho Jean Carlo**

C.C: **0920781416**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de un sistema técnico en el proceso constructivo, tomando como modelo la Estación 4 de la Aerovía Durán Guayaquil		
AUTOR	Jean Carlo Luzuriaga Sigcho		
TUTOR	Ing. Marco Suárez Rodríguez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	22 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	204
ÁREAS TEMÁTICAS:	Construcción, Logística, Diseño		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Pilonas, estaciones, aero – suspendido, monocable, estaciones, cabezales.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En la presente tesis se describe la trayectoria y las características generales de cada estación que conformarán la Aerovía Durán Guayaquil. Se detallan las características específicas y las diferentes etapas del proceso constructivo de la Estación 04, también denominada “Los 4 Mosqueteros”, iniciando desde la expropiación del terreno donde se ubicará la estación hasta la instalación de la cubierta electromecánica y realización de los acabados, así como las características más relevantes de cada elemento estructural presente en la estación, tomando en cuenta elementos que se consideran independientes a la estación, tales como las pilonas P.16-17 y la pilona P.15. De igual manera, se mencionan los aspectos más importantes para el correcto control de calidad de los materiales y de los procesos en las etapas constructivas, así mismo se describe la logística empleada para el pedido y llegada de los materiales a la obra para lograr una mínima interferencia con el tráfico en las calles aledañas al sector.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593-4-0968983334	E-mail: jan_luzu@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADORA DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4 -2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			