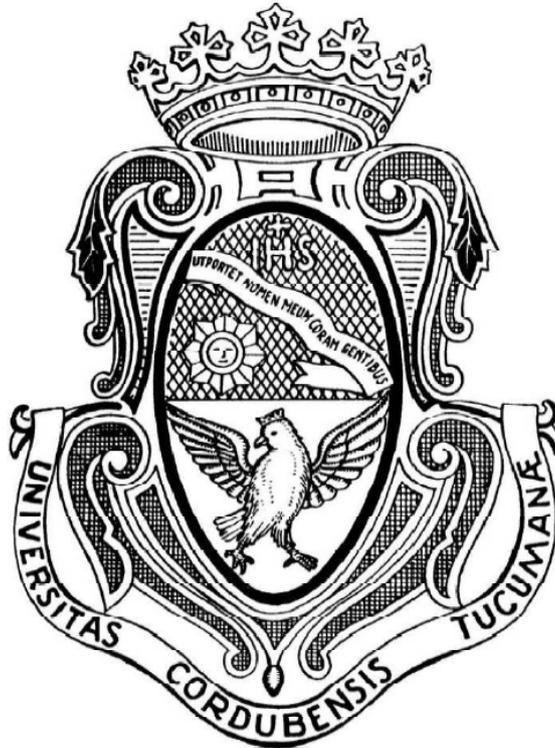


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



PRÁCTICA SUPERVISADA

*Seguimiento y Control en la ejecución de Pilotes y Montaje de Pasarela Peatonal,
Córdoba, Argentina.*

Alexandra Daiana Loperena

Tutor: *Mgter. Ing. Miguel Rico*

Supervisor Externo: *Ing. Mario Gomez e Ing. Nestor Magi*

Seguimiento y Control en la ejecución de Pilotes y Montaje de Pasarelas Peatonales.

Mayo 2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mis padres, Susana y Nolberto, por el amor y la educación recibida, por apoyarme en cada momento y en cada decisión. Este logro también es de ustedes.

A mis hermanas Deysi, Cindi y Dulce por sus consejos y la paciencia a lo largo de estos años, entendiendo mis ausencias y malos momentos.

A mis abuelitos Bernardo y Jovita por todo el sacrificio y el amor recibido durante la carrera.

A mis amigas y amigos de la vida y a los que me dio la facultad por las interminables juntadas de estudio, por el aguante y el apoyo en cada momento, por resolver cada inquietud a cualquier hora y por las experiencias compartidas. Sin duda, si no contara con cada uno de ustedes todo sería más difícil. Al ingeniero Carlos Rodríguez por darme la posibilidad de realizar mi práctica supervisada y luego continuar trabajando en una de las obras más importantes de la Provincia.

A los ingeniero Mario Gómez y Néstor Magi por recibirme de forma cálida en su obra y por transmitirme sus conocimientos y gran experiencia, por confiar en mí, por resolver cada inquietud y explicarme con tanta paciencia. Gracias.

A los ingenieros de la oficina técnica, al capataz, laboratoristas, topógrafos y todas las personas que trabajan en la obra, por recibirme con tanto amor. Gracias por su paciencia y disposición para atender mis inquietudes, integrarme en su grupo de trabajo y hacer que cada día de trabajo sea entretenido y de aprendizaje.

Al ingeniero Miguel Rico, mi tutor en esta Práctica, por su labor, consejos y su buena predisposición.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	12
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO 1.....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. OBJETIVOS.....	16
CAPÍTULO 2.....	18
DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE OBRA	18
2.1. UBICACION.....	18
2.2. RED VIAL DEL ENTORNO.....	19
2.3. DESCRIPCION GENERAL DEL DISTRIBUIDOR.....	20
CAPÍTULO 3.....	21
PROBLEMÁTICA DE LA OBRA.....	21
3.1. ¿POR QUÉ SURGE LA NECESIDAD DE UNA PASARELA?.....	21
3.2. CENTROS DE DEMANDA PEATONAL.....	24
CAPÍTULO 4.....	27
MARCO TEÓRICO	27
4.1. FUNDAMENTOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	27
4.1.1. Infraestructura.....	27
4.1.2. Superestructura	27
4.2. FUNDACIONES DIRECTAS:.....	28
4.3. FUNDACIONES INDIRECTAS:	28
4.3.1. Aspectos generales referidos al diseño de cabezales y pilotes.....	28
4.3.2. Pilotes hormigonados in situ	30
4.3.3. Armaduras.....	31
4.4. PASARELA PREFABRICADA:	32
4.4.1. Columnas	32
4.4.2. Vigas de hormigón.....	32
CAPÍTULO 5.....	33
EJECUCIÓN DE LAS FUNDACIONES	33
5.1. COTA DE FUNDACIÓN:.....	33
5.2. SONDEOS:.....	33
5.3. PERFIL DE SUELOS:.....	33
5.4. FUNDACIÓN INDIRECTA (PILOTES).....	35

5.5.	HORMIGÓN PARA PILOTES:	38
5.5.1.	Factores químicos que afectan la resistencia al sulfato del concreto:	39
5.5.2.	Componentes del hormigón:	40
4.5.3.	PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN:	47
5.6.	ENSAYOS DEL HORMIGÓN EN OBRA:	50
5.6.1.	Cono de Abrams.....	51
5.6.2.	Ensayos de Rotura a la Compresión.....	59
5.7.	ARMADURA:	71
5.7.1.	Identificación:.....	74
5.7.2.	Ventajas y Beneficios del cortado y doblado:.....	74
5.7.3.	Control de recepción:.....	75
5.7.4.	Proceso constructivo:.....	77
5.7.5.	Cabezales.....	81
5.8.	OPERACIONES PREVIAS A LA EJECUCION DE PILOTES	81
5.8.1.	Topografía	81
5.8.2.	Proyecto de Fundaciones	84
5.9.	TAREAS REALIZADAS EN OBRA	84
5.9.1.	Excavación:	84
5.9.2.	BAJADA DE LA ARMADURA:	90
5.9.3.	LLENADO DEL PILOTE CON HORMIGÓN.....	93
5.9.4.	INSPECCION DEL PILOTAJE:.....	97
5.9.5.	EJECUCIÓN DE CABEZALES:	98
5.10.	PROBLEMÁTICA EN LA OBRA.....	101
5.10.1.	Ejecución de los pilotes 8 y 9	101
CAPÍTULO 6.....		103
PASARELA PEATONAL		103
6.1.	Desvíos y cortes del tránsito:	103
6.2.	MONTAJE DE PASARELA.....	106
6.2.1.	Tareas previas al Montaje.....	108
6.2.2.	Trabajos realizados	109
6.2.3.	Post Montaje:.....	138
6.3.	JAULA BAHIANA.....	141
6.3.1.	Materiales para la Jaula.....	141
6.3.2.	Proceso constructivo:.....	142
6.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA PASARELA PEATONAL.....	148
6.4.1.	Condiciones Geométricas.....	149
6.4.2.	Materiales usados.....	149
6.5.	VEREDAS PEATONALES	150



6.6. HIGIENE Y SEGURIDAD.....	156
CAPÍTULO 7.....	161
CONCLUSIONES.....	161
7.1. CONCLUSION PERSONAL.....	161
7.2. CONCLUSION TECNICA.....	161
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ANEXOS.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Ubicación del Nudo Vial El Tropezón.	19
FIGURA 2: Ubicación y entorno del distribuidor de tránsito.	20
FIGURA 3: El tropezón antes del inicio de la obra.	21
FIGURA 4: El Tropezón después de construido.	22
FIGURA 5: Proyección de sondeos.	34
FIGURA 6: Perfil de suelo cuadrante Oeste.	37
FIGURA 7: Perfil de suelo cuadrante Sur.	38
FIGURA 8: Planta de Hormiblock. Balanzas incorporadas en las tolvas.	49
FIGURA 9: Tanque donde se almacena el agua.	49
FIGURA 10: Acopio de materiales.	50
FIGURA 11: Programa computacional de Hormi-Block.	50
FIGURA 12: Mezclado del hormigón.	51
FIGURA 13: Toma de muestra del mixer.	51
FIGURA 14: Elementos a utilizar para realizar en el ensayo de asentamiento.	52
FIGURA 15: Humedecimiento de los instrumentos.	53
FIGURA 16: Superficie de apoyo.	53
FIGURA 17: Mezclado del hormigón.	54
FIGURA 18: Toma representativa del mixer.	54
FIGURA 19: Temperatura del hormigón.	54
FIGURA 20: Llenado de la segunda capa del cono.	55
FIGURA 21: Llenado del cono en capas.	55
FIGURA 22: Compactación.	55
FIGURA 23: Tercera capa, hasta dejar copete de hormigón.	55
FIGURA 24: Compactación de la tercera capa.	56
FIGURA 25: Enrasado con varilla metálica.	56
FIGURA 26: Retirar lentamente el cono.	56
FIGURA 27: Medición del asentamiento.	57
FIGURA 28: Recepción del remito.	57
FIGURA 29: Muestra representativa de hormigón.	61
FIGURA 30: Serie de tres probetas.	61
FIGURA 31: Compactación de la primera capa.	61
FIGURA 32: Golpes con maza de goma.	61
FIGURA 33: Compactación tercera capa.	62
FIGURA 34: Enrase con varilla metálica.	62

FIGURA 35: Identificación de las probetas en el pie de obra.....	62
FIGURA 36: Hormigón fraguado luego de de 24 hs.....	63
FIGURA 37: Almacenamiento de las probetas.....	63
FIGURA 38: Desmolde de probetas en el laboratorio.	63
FIGURA 39: Probetas sumergidas en una pileta de curado e identificadas por serie.	64
FIGURA 40: Probetas luego de 28 días de curado.	64
FIGURA 41: Encabezado con azufre y grafito.	65
FIGURA 42: Se calienta el producto hasta fundirlo.	65
FIGURA 43: Cara superior encabezada con mortero de azufre.....	65
FIGURA 44: Repetir el procedimiento para la otra cara.	65
FIGURA 45: Prensa para ensayar probetas.	67
FIGURA 46: Discos metálicos y sobre ellos neopreno.....	68
FIGURA 47: Rotura de la probeta.....	68
FIGURA 48: Identificación de cada paquete de armadura.	74
FIGURA 49: Cortado y doblado de armaduras.	74
FIGURA 50: Barras de acero para H ^º A ^º	74
FIGURA 51: Troquelado de armadura.	76
FIGURA 52: Paquetes de armadura.	76
FIGURA 53: Identificación y recepción de armadura.	76
FIGURA 54: Se ubican los distintos apoyos para las barras longitudinales.	77
FIGURA 55: Se colocan los aros rigidizadores.	77
FIGURA 56: Barras longitudinales que rodean a los aros rigidizadores.	77
FIGURA 57: Marcado de las barras con tiza para las vueltas del zunchado.	78
FIGURA 58: Aros rigidizadores.	78
FIGURA 59: Colocación del zunchado.	78
FIGURA 60: Atadura con alambre y posterior soldado.	78
FIGURA 61: Ravioles que aseguran un recubrimiento de la armadura.....	79
FIGURA 62: Planilla de Cortado y Doblado, pilotes P1-P3 de la PPN ^º 2.	80
FIGURA 63: Tarea de topografía. Se indica el centro de la excavación.....	83
FIGURA 64: Posición de la máquina pilotera.....	83
FIGURA 65: Especificaciones técnicas de la máquina pilotera.	85
FIGURA 66: Retroexcavadora trabajando.	86
FIGURA 67: Acondicionamiento del terreno.	87
FIGURA 68: Máquina pilotera.....	87
FIGURA 69: Bodcat.....	87
FIGURA 70: Mástil de la máquina pilotera.	88

FIGURA 71: Excavación.....	88
FIGURA 72: Verificación de que llegó al Estrato 2.....	88
FIGURA 73: Almacenamiento del suelo extraído.....	89
FIGURA 74: Toma de muestras para analizar en laboratorio.....	89
FIGURA 75: Ascenso de la armadura.....	91
FIGURA 76: Izado de la armadura.....	91
FIGURA 77: Descenso de la armadura.	92
FIGURA 78: Ravioles cada 2 m o 3 m.	92
FIGURA 79: Tubos tremie para hormigonar.	94
FIGURA 80: Tapa roscada con gancho.	94
FIGURA 81: Embudo.....	94
FIGURA 82: Ensamble de los tubos.	95
FIGURA 83: Levantamiento del tubo tremie usando grillete.....	95
FIGURA 84: Descenso del tubo tremie.....	95
FIGURA 85: Momento de llenado de los pilotes.	95
FIGURA 86: Camisa recuperable.	96
FIGURA 87: Colocación de la camisa.....	96
FIGURA 88: Llenado del pilote.	96
FIGURA 89: Colocación de la armadura.....	96
FIGURA 90: Penetración tubo tremie en el hormigón.	97
FIGURA 91: Limpieza del tubo tremie.	97
FIGURA 92: Picado del hormigón con martillo neumático.....	98
FIGURA 93: Soldado de las escuadras.	98
FIGURA 94: Hormigón H-8.....	99
FIGURA 95: Superficie de hormigón terminada.....	99
FIGURA 96: Armadura de cabezales.....	99
FIGURA 97: Encofrado y hormigonado del cabezal.....	99
FIGURA 98: Verificación de la centralidad con la plomada.....	99
FIGURA 99: Encofrado y hormigonado del cabezal.....	100
FIGURA 100: Vibrado del cabezal.....	100
FIGURA 101: Cabezal terminado.	101
FIGURA 102: Compactación del terreno.....	101
FIGURA 103: Señalización de cada pilote.	101
FIGURA 104: Cabezales arriostrados con armadura.....	102
FIGURA 105: Cabezales ya fraguados.....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 106: Imagen tomada desde Avenida Cárcano.....	103

FIGURA 107: Desvío por Avenida Ghandi.....	104
FIGURA 108: Corte Avenida Colón.	104
FIGURA 109: Desvío por Rotonda.....	104
FIGURA 110: Desvío por Colectora.....	105
FIGURA 111: Banderilleros desviando el tránsito.	106
FIGURA 112: Elementos de señalización.....	106
FIGURA 113: Semáforos instalados en Avenida Ejército Argentino.....	107
FIGURA 114: Semáforos con pulsadores, instalados en Avenida Cárcano.	107
FIGURA 115: Reunión del equipo de Pretensa y de la empresa para coordinar cronograma.	109
FIGURA 116: Grúa posicionada para el izado y el montaje.	110
FIGURA 117: Camión encargado del transporte de las vigas y columnas.	110
FIGURA 118: Momento en que llegan las columnas.	111
FIGURA 119: Columnas descargadas.....	111
FIGURA 120: Identificación de las columnas con letras y números.	112
FIGURA 121: Forma en que deben apoyar las columnas.....	113
FIGURA 122: Señalización de las piezas.	113
FIGURA 123: Columna para el descanso de la pasarela.....	113
FIGURA 124: Nivel óptico.....	114
FIGURA 125: Trabajos con plomada.....	114
FIGURA 126: Marcado con cinta métrica.....	115
FIGURA 127: Plomada para el fondo del cuenco.	115
FIGURA 128: Ganchos para descarga e izado de columnas.....	115
FIGURA 129: Forma en que se deben descargar las columnas.	116
FIGURA 130: Momento de la descarga.	116
FIGURA 131: Después de la descarga. Se retiran las eslingas.	117
FIGURA 132: Colocación de las eslingas para su correspondiente izado.....	118
FIGURA 133: Izado de columna.....	118
FIGURA 134: Columna colocada en su correspondiente cabezal.....	118
FIGURA 135: Posicionamiento de la columna.....	119
FIGURA 136: Columna centrada.....	119
FIGURA 137: Control de la verticalidad.....	120
FIGURA 138: Con plomada controlar el fondo del cuenco.....	120
FIGURA 139: Cuñas de madera entre el cabezal y la columna golpeándolas con una masa.	120
FIGURA 140: Operario retirando eslingas.	121
FIGURA 141: Ganchos y orificio central para el montaje.....	121
FIGURA 142: Vertido del hormigón H-21.....	121

FIGURA 143: Cuenco relleno de hormigón.....	122
FIGURA 144: Se retiran los obstáculos.	122
FIGURA 145: Columnas ya en su posición definitiva.....	122
FIGURA 146: Momento en que la viga llega a obra.....	126
FIGURA 147: Operarios colocando eslingas para la descarga y montaje de la viga.....	126
FIGURA 148: Grúa realizando la descarga e izado de la viga.....	127
FIGURA 149: Forma en que las eslingas se enganchan a la viga. Vista desde la grúa.....	127
FIGURA 150: Dos señaleros posicionando la viga y dos sogueros del lado de la izquierda direccionándola.....	127
FIGURA 151: Dos operarios en los extremos de viga haciendo coincidir los centros de las piezas.	128
FIGURA 152: Señaleros retirando las eslingas.....	129
FIGURA 153: Operarios e ingeniero corroborando cualquier defecto luego de montar la viga....	130
FIGURA 154: Banderillero cortando la calle para dejar que pase la grúa.....	130
FIGURA 155: Señaleros retirando eslingas y verificando la posición de la viga que se montó. ..	130
FIGURA 156: Señalero posicionando la viga en la columna.....	131
FIGURA 157: Apoyos de neoprenos en la parte en donde la viga va a apoyar sobre la columna.	131
FIGURA 158: Señalero posicionando la viga en la columna.....	132
FIGURA 159: Señalero verificando la posición de la viga.....	132
FIGURA 160: Coordinación para corregir algún error de montaje.....	133
FIGURA 161: Separación de 3 cm en la unión de dos vigas.....	133
FIGURA 162: Escalonamiento.....	133
FIGURA 163: Montaje de vigas con pendientes.....	133
FIGURA 164: Corrección de defectos de montaje.....	134
FIGURA 165: Unión viga-columna-viga.....	134
FIGURA 166: Eslingas con distintas longitudes por ir la viga con pendiente.....	135
FIGURA 167: Vista hacia la entrada del barrio Militar desde arriba de uno de los tramos de la pasarela.....	135
FIGURA 168: Descarga de la rampa del lado del barrio Militar.....	136
FIGURA 169: Ubicación en planta del muro de contención.....	136
FIGURA 170: Muro de contención.....	137
FIGURA 171: Rampa colocada en el otro extremo de la pasarela.....	137
FIGURA 172: Montaje del descanso que apoya en dos columnas con voladizo.....	138
FIGURA 173: Operario colocando neopreno para corregir escalonamiento.....	138
FIGURA 174: Núcleos húmedos que hacen a la unión entre viga-columna.....	139
FIGURA 175: Forma de realizar el encofrado de los núcleos húmedos.....	139

FIGURA 176: Hierros cortados.....	140
FIGURA 177: Compactación de los cabezales.....	140
FIGURA 178: Malla que rodea la jaula. Es alambre tejido tipo rombo de 1”.....	141
FIGURA 179: Paneles que van soldados y sobre ellos van tensadas las mallas.....	141
FIGURA 180: Barandas peatonales.....	142
FIGURA 181: Detalle de vinculación entre perfiles y paneles de la baranda. peatonal.....	143
FIGURA 182: Bulones con punta soldada en el extremo.....	143
FIGURA 183: Soldadura pintada con galvanita y aluminio.....	143
FIGURA 184: Unión de la baranda mediante soldadura.....	143
FIGURA 185: Arcos para darle rigidez a la jaula.....	144
FIGURA 186: Soldadura eléctrica para vincular la jaula con la pasarela.....	144
FIGURA 187: Gusanos en forma de cruz y tejido.....	145
FIGURA 188: Se colocan en los extremos los rigidizadores.....	145
FIGURA 189: Tensado del tejido.....	146
FIGURA 190: Forma de colocar el tejido.....	146
FIGURA 191: Colocación de planchuelas con tornillos autoperforables.....	147
FIGURA 192: Se tensa el tejido con una llave.....	147
FIGURA 193: Planchuelas que unen los arcos con el tejido.....	147
FIGURA 194: Pasamanos.....	148
FIGURA 195: Extracción del suelo vegetal con retroexcavadora.....	151
FIGURA 196: Verificación de la pendiente con nivel de manguera.....	152
FIGURA 197: Preparación de encofrados.....	152
FIGURA 198: Detalle de los encofrados de madera y metal.....	152
FIGURA 199: Juntas de dilatación dispuestas cada 30 m.....	153
FIGURA 200: Distribución del hormigón en toda la superficie.....	153
FIGURA 201: Emparejado de la superficie de la vereda.....	153
FIGURA 202: Alisado y rellenado oquedades.....	154
FIGURA 203: Fratás para terminación.....	154
FIGURA 204: Método de encintado para dar rugosidad.....	154
FIGURA 205: Antisol en toda la superficie de la vereda.....	155
FIGURA 206: Espesor del paquete 8 cm.....	155
FIGURA 207: Ancho de 1,60 m.....	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Encuesta de Origen y Destino de los colegios de la zona.....	23
Tabla 2: Encuesta de Origen y Destino de la capilla de la zona.	24
Tabla 3: Parámetros de cálculo para fundación cuadrante Sur. (Estudio Geos).....	36
Tabla 4: Parámetros de cálculo cuadrante Oeste (Estudio Geos).....	37
Tabla 5: Informe de laboratorio del hormigón.	39
Tabla 6: Dosificación del hormigón H-21.	40
Tabla 7: Tipos de Cementos Portland.	41
Tabla 8: Requerimientos específicos de los cementos altamente resistentes a los sulfatos (ARS).	44
Tabla 9: Planilla de control del Hormigón fresco.....	59
Tabla 10: Registro de las probetas a ensayar.	71
Tabla 11: Planilla de armadura.....	73
Tabla 12: Tabla resumen de armadura.....	80
Tabla 13: Clasificación del suelo.	90
Tabla 14: Control de la cota de cada noyo.	123
Tabla 15: Control de la altura de las columnas de la PN2.	124
Tabla 16: Documentación que deben presentar los subcontratistas para poder realizar su trabajo en la obra.....	158
Tabla 17: Riesgos en el trabajo y elementos de protección personal que deben usar los trabajadores.....	159
Tabla 18: Medidas correctivas para evitar incidentes.	160

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta una síntesis de las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de la práctica supervisada de la carrera ingeniería civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. La práctica supervisada que motiva el presente trabajo se realizó en el marco práctico de tareas realizadas en la obra del Nudo Vial El Tropezón con las Empresas Electroingeniería y Benito Roggio e hijos S.A.

Este trabajo involucra tareas realizadas en la obra, en laboratorio y oficina técnica. Se plantea primero un plan de avance para ir proyectando en el tiempo de ejecución cada parte de la estructura.

Primero, de los planos proporcionados por los proyectistas en base a estudios geotécnicos realizados, se detalla tipo de fundaciones a usar y sus características, luego mediante una licitación por parte de la empresa, se elige la empresa más viable tanto económicamente como eficiente a la hora de realizar los trabajos, es decir se elige cuál va a ser el subcontratista que va a llevar a cabo la tarea. La elección puede ser por costos o por experiencia por parte de la empresa por haber trabajado antes con ese subcontratista. Generalmente la elección es debido al costo, pero cuando no hay mucha diferencia se eligen personas que ya hayan trabajado antes en la obra.

Luego se realizan tareas de control y seguimiento técnico a lo largo de todo el proceso constructivo de los pilotes.

Otra parte del presente informe va a ser destinado al montaje de la pasarela peatonal y las principales pautas a tener en cuenta para evitar cualquier tipo de incidente, siguiendo los detalles que hacen al montaje, registrando cualquier inconveniente presentado.

Por último se finaliza el informe con los requisitos que debe presentar cada subcontratistas dentro del campo de la Higiene y Seguridad que hacen al trabajo seguro, para llevar a cabo la tarea para la cual fueron contratados.

El presente informe se divide de la siguiente manera:

En el capítulo introductorio se presenta el tema central del trabajo.

El capítulo 2 describe el lugar en el que se llevará a cabo la práctica supervisada.

El capítulo 3 desarrolla el marco teórico de la tarea principal de la temática abarcada durante la ejecución de la práctica supervisada.

En el capítulo 4 se exponen los trabajos realizados en obra y laboratorio para llevar adelante la ejecución de los pilotes.

En el capítulo 5 se describe todo el procedimiento del montaje de la pasarela peatonal y las obras relacionadas con la misma, como es el caso de las veredas peatonales y ciclovías; y además se desarrolla una evaluación de Higiene y Seguridad del trabajo, realizada para esta tarea.

Finalmente en el capítulo 6 se presentan las principales conclusiones de este trabajo.

Aplicación de conocimientos de materias cursadas en la carrera de Ingeniería Civil:

Las materias de mayor relevancia para el desarrollo del presente trabajo, se centran alrededor de los siguientes ejes: Geotecnia III, Transporte I, Hormigón y Diseño de Hormigón, Higiene y Seguridad y Tecnología de los Materiales.

Del eje referido a la Geotecnia se toman los conocimientos relacionados con las fundaciones, su proceso constructivo y ensayos de laboratorio para clasificar el tipo de suelo. En particular se considera muy importante los aspectos referidos al comportamiento del suelo y la metodología de trabajo desarrollada, dependiendo del suelo que se trate.

En lo referido a Transporte I, se aplicaron los conocimientos adquiridos para la formulación de encuestas de origen y destino que se hicieron en la zona, identificando los principales atractores y generadores de viajes para definir la ubicación de las pasarelas.

En lo referido a la materia de Tecnología de los Materiales, se aplicaron los conocimientos adquiridos para desarrollar los distintos ensayos de laboratorio para caracterizar el comportamiento, para este caso del hormigón.

En lo referido a la materia de Hormigón 1 es la asistencia a la planta Pretensa, para verificar y controlar la correcta calidad de los elementos estructurales de la pasarela, y a su vez los conocimientos adquiridos en la materia Diseño de Hormigón para poder interpretar los estudios de cálculo realizados por Geos, que permitieron conocer las sollicitaciones a las que estará sometida la pasarela a lo largo de su vida útil, como: sismo, peso propio, viento, fuerzas de muchedumbre.



Y por último lo referido a Higiene y Seguridad detallando los riesgos presentes en las tareas y los elementos de protección personal para evitar cualquier incidente.

Todos los contenidos se amplían para profundizar en su conocimiento y así ser más sencillo el entendimiento de la materia que se trata.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pertenece a la etapa final fijada para culminación de la Práctica Profesional Supervisada de la carrera de Ingeniería Civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Las tareas se desarrollan en la obra del Nudo Vial El Tropezón, con el consorcio formado por las empresas Electroingeniería y Benito Roggio e Hijos S.A. El tema principal asignado es el seguimiento y control en la ejecución de Pilotes y Montaje de las Pasarelas Peatonales.

Los objetivos de la práctica se centran, en una primera etapa, de analizar e interpretar los estudios geotécnicos y de cálculo desarrollados por proyectistas.

Luego con los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y la experiencia de los ingenieros a cargo de la obra adquirir los conocimientos necesarios para alcanzar la correcta ejecución en la infraestructura y montaje de la superestructura.

En lo que sigue se hará una breve descripción del marco teórico para definiendo conceptos adquiridos en distintas materias de la carrera y poder relacionarlos con las tareas que se llevaron a cabo para el desarrollo del presente informe. A partir de aquí se abren dos ramas, una primera rama para analizar la ejecución de la infraestructura, motivos de la elección del tipo de fundación, metodología usada y controles que van desde el inicio hasta la terminación de la misma.

Una segunda rama se refiere a la descripción de la superestructura, que para este informe está referido al desarrollo en el montaje de una de las dos pasarelas peatonales que se plantearon en el proyecto, sus características y condiciones a cumplir.

A partir de las tareas desarrolladas a lo largo de estos cuatro meses se expresarán las respectivas conclusiones.

1.1. OBJETIVOS

El propósito de este informe se relaciona con el sistema de infraestructura y superestructura de la obra del Nudo Vial El Tropezón, más precisamente su seguimiento y control.

Para alcanzar este, es necesario cumplir de manera ordenada la siguiente serie de objetivos:

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera.

- Aplicar las normas técnicas pertinentes.
- Interpretar el estudio de suelos identificando características relevantes y comportamiento de los diferentes estratos de suelo presentes en la zona de emplazamiento de la obra.
- Identificar el estrato de suelo en obra definido por el estudio como estrato donde se van a fundar los pilotes.
- Desarrollar paso a paso los controles necesarios para lograr una correcta ejecución de las fundaciones.
- Analizar e interpretar los resultados de los ensayos hechos en laboratorio, adoptando una conclusión aplicándola en el marco práctico.
- Plantear los procedimientos que se llevaron a cabo en la ejecución de los pilotes, relevancias a tener en cuenta, mencionando las problemáticas y soluciones adoptadas en obra.
- Exponer el motivo del surgimiento de las pasarelas peatonales.
- Desarrollar los pasos que se siguieron durante el montaje de las pasarelas peatonales y los cuidados que se tuvieron presentes.
- Desarrollar un juicio crítico de la experiencia en obra, y a su vez uno técnico.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE OBRA

2.1. UBICACION

El Nudo Vial El Tropezón, se ubica en el sector Oeste de la ciudad de Córdoba, sobre el corredor de Av. Colón (salida hacia La Calera), en la intersección de esta con Av. Ramón J. Cárcano, sobre las cuales se proyectarán y montarán dos pasarelas peatonales.

El sector se caracteriza por tener un fuerte crecimiento comercial y de servicios (locales comerciales principalmente, de diversos tamaños) desarrollados en forma lineal sobre Av. Colón, contando con un área residencial media y baja densidad en el entorno inmediato. Se observan en proximidades de la intersección, establecimientos comerciales, educativos, centros de salud que constituyen generadores y atractores de flujo vehicular y peatonal de carácter relevante. Como es el caso del Centro Comercial Wal-Mart y de otros que se encuentran algo más alejados como Makro y Carrefour.

Por otra parte la Av. Cárcano, se caracteriza como una vía suburbana, con escaso desarrollo comercial y residencial a lo largo de su traza. De hecho, los escasos desarrollos residenciales se ubican principalmente sobre su margen Este, y tienen accesibilidad a la avenida en ciertos sitios puntuales (rotondas y/o semáforos).

Dentro del entorno inmediato de la intersección entre Av. Colón y Cárcano, cabe destacar la presencia de barrios Don Bosco y Chateau Carreras hacia el Norte, General Deheza y Los Robles al Sur, y finalmente hacia el Este, Quebrada de las Rosas y Mafekin. Todos ellos presentan en general un grado de consolidación alto, ya que se observan en el sector pocos terrenos desocupados.

En la **FIGURA 1** se muestra una imagen satelital de la ubicación del Nudo vial El Tropezón respecto a Córdoba, encontrándose al Nor-Oeste entre el estadio Mario Alberto Kempes y el barrio Militar.



FIGURA 1: Ubicación del Nudo Vial El Tropezón.

2.2. RED VIAL DEL ENTORNO

Las principales vías de comunicación son Av. Colón y Av. Cárcano, por lo que resulta de interés su caracterización en términos generales:

- Av. Colón: pertenece a la Red Vial Arterial Principal, según clasificación funcional de la Municipalidad de Córdoba. Es uno de los ejes viales más importantes en dirección Oeste-Este de la ciudad, vinculándose con RP E-55 (Camino a La Calera) hacia el Oeste. Inmediatamente próxima a la misma, cabe destacar Av. Don Bosco, que pertenece a la Red Arterial Secundaria.
- Av. Ramón J. Cárcano: pertenece a la Red Intersectorial Principal según clasificación funcional de la Municipalidad de Córdoba.

En la figura 2 se destacan las principales vías de comunicación que vincula el sector.



FIGURA 2: Ubicación y entorno del distribuidor de tránsito.

2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISTRIBUIDOR

El nudo Vial El Tropezón conecta las secciones de los siguientes tramos:

- **Nivel N°1:** Ruta Provincial N° 5 - Ruta Nacional N° 20. Se ubica la rotonda de distribución de movimientos de giro a izquierda y los ramales directos de giro a derecha.
- **Nivel N°2:** Ruta Nacional N°20 – Avenida Colón (El Tropezón). Av. Cárcano cruza con dos puentes (de 30 m de longitud cada uno), sobre la rotonda ubicada en el primer nivel. El ancho de los puentes cuenta con tres carriles por sentido.
- **Nivel N°3:** Avenida Colón – Avenida Spilimbergo. Av. Colón cruza en viaducto sobre Av. Cárcano con altura variable entre 12 y 15 metros, cuyos accesos se desarrollan con terraplén entre muros de altura variable (1 a 12 metros).

CAPÍTULO 3

PROBLEMÁTICA DE LA OBRA

3.1. ¿POR QUÉ SURGE LA NECESIDAD DE UNA PASARELA?

Inicialmente donde hoy se encuentra el nudo Vial del Tropezón, antes se ubicaba una rotonda que permitía el cruce de flujo peatonal mediante semáforos, debido a un masivo tránsito vehicular se plantea como proyecto la ejecución de una autopista en distintos niveles.

El flujo peatonal que antes estaba permitido mediante semáforos ya no es posible debido a la velocidad de diseño para una autopista, antes las personas que cruzaban desde la Villa El Tropezón a la Capilla Don Bosco y a la escuela militar mediante semáforos se busca la posibilidad de que crucen mediante un análisis económico a través de una pasarela peatonal.

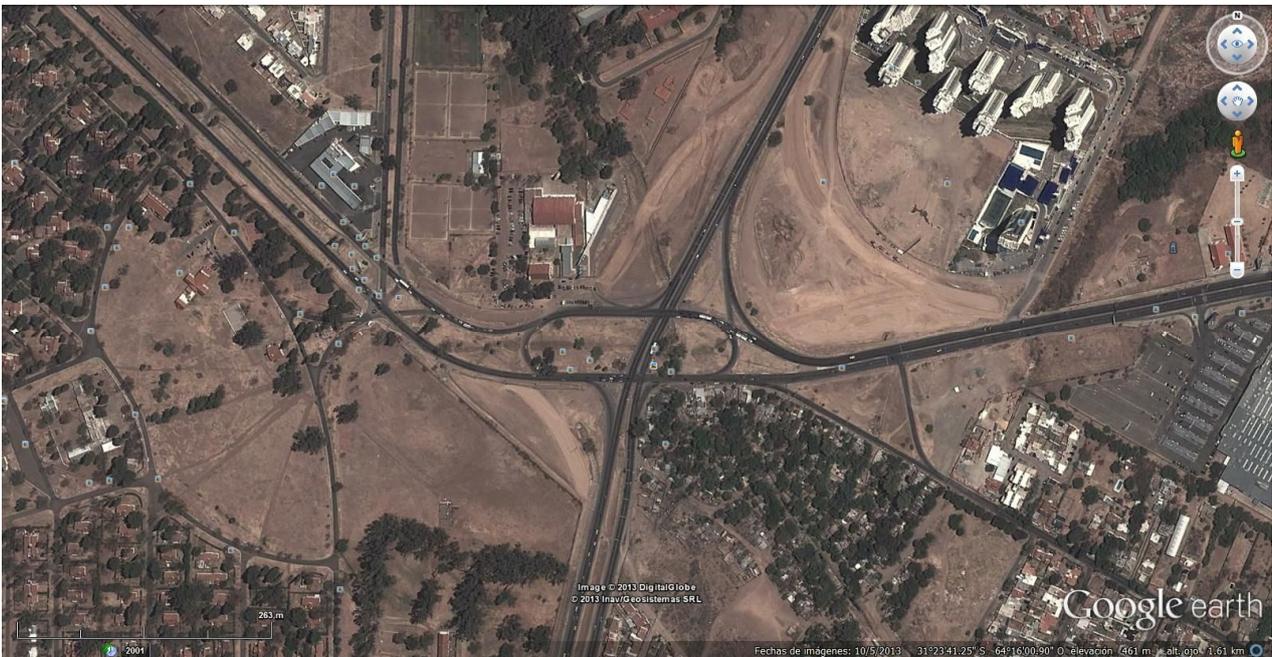


FIGURA 3: El tropezón antes del inicio de la obra.

La siguiente figura representa la configuración geométrica del Nudo Vial El Tropezón, según la descripción previa.



FIGURA 4: El Tropezón después de construido.

ENCUESTA DE ORIGEN Y DESTINO										
N°		MOVILIDAD		BARRIO				COLEGIO		
		Caminando	En Auto	Los Roble	Villa Tropezón	Militar	Otro	Militar	Saleciano	Don Bosco
1	SI									
	NO									
2	SI									
	NO									
3	SI									
	NO									
4	SI									
	NO									
5	SI									
	NO									
6	SI									
	NO									
7	SI									
	NO									
8	SI									
	NO									
9	SI									
	NO									
10	SI									
	NO									
11	SI									
	NO									
12	SI									
	NO									
13	SI									
	NO									
14	SI									
	NO									
15	SI									
	NO									
16	SI									
	NO									
17	SI									
	NO									
18	SI									
	NO									
19	SI									
	NO									
20	SI									
	NO									
21	SI									
	NO									
22	SI									
	NO									
23	SI									
	NO									
24	SI									
	NO									
25	SI									
	NO									
26	SI									
	NO									
27	SI									
	NO									
28	SI									
	NO									
29	SI									
	NO									
30	SI									
	NO									

Tabla 1: Encuesta de Origen y Destino de los colegios de la zona.

CAPILLA DON BOSCO			
Cantidad de personas			
	Comedor	Talleres	Actividades Religiosas
Auto			
Caminando			
B° Robles			
B° Militar			
Villa El tropezón			

Tabla 2: Encuesta de Origen y Destino de la capilla de la zona.

La necesidad de las pasarelas surge como consecuencia de la construcción del proyecto vial del Nudo para resolver el alto flujo de tránsito vehicular.

Para resolver el flujo peatonal se realizaron encuestas de Origen y Destino que abarca un estudio del movimiento peatonal entre los barrios: Don Bosco, Militar, Los Robles y el Tropezón, ya sea movimiento peatonal debido a actividades comerciales, o también debido a que los niños de los distintos barrios tienen que asistir a los 4 colegios presentes en la zona, y por fines de salud a un dispensario que abarca un gran radio de influencia ya que al mismo asisten personas de diferentes barrios y de zonas alejadas al mismo, mediante el transporte de colectivos; también se encuentra una capilla que funciona tanto días de semana, como los fines de semana.

El proyecto consta de la construcción de:

- 1) 2 pasarelas peatonales.
- 2) Ciclovía y/o vereda peatonal.
- 3) Dársenas de paradas de colectivos con refugio.
- 4) Colocación de semáforos en acceso a B° General Deheza.

Para demostrar la gran necesidad de contar con la presencia de pasarelas peatonales, se realizó un estudio en los centros de mayor demanda peatonal. Lo primero que se hizo fue asistir a la parroquia Don Bosco y mediante una entrevista con el Padre Javier, se pudo recolectar datos que sirven para el análisis.

3.2. CENTROS DE DEMANDA PEATONAL

- 1) Colegio Antártico Argentino: está dentro del barrio Militar General Deheza. La población con la que trabaja se trata de gente que llega desde el barrio Militar propiamente dicho, del Barrio Don Bosco, de la Villa y de Los Robles.

El colegio funciona como doble turno tanto de mañana como noche y más del 90% de los niños que asisten llegan caminando, usando una de las pasarelas.

- 2) Colegio Curaca: el mismo se encuentra al fondo de la Villa y barrio Los Robles. Está entre las calles Docentes Argentinos y Juan Amanzo que es por donde entra la línea de colectivo 45. Dentro de este colegio funciona un primario, jardín y colegio para adultos, con doble turno de escolaridad. Llega gente de Los Robles, de la Villa, Sauce.
Cuenta con menor población comparado con el Colegio Antártico Argentino, pero es el urbano marginal más necesitado, y más vulnerable.
- 3) Colegio Santo Domingo Sabio: es un colegio privado y se encuentra próximo a la parroquia y al mismo asisten solo 350 alumnos; la mayoría llega en auto, mientras que algunos lo hacen en colectivo o caminando.
Al mismo asiste gente de Barrio Las Palmas, y gente del centro que llega mediante dos líneas de colectivos 45 y 70. La línea 70 los deja dentro de la calle Gandhi y al tomarlo en la estación de servicio, la pasarela no tiene incidencia. Mientras aquellos que toman la línea 45 necesitan de la pasarela para volver al centro, al Barrio Los Robles, a la Villa o al Barrio Militar.
- 4) Colegio Don Bosco: el mismo se encuentra en el centro del barrio Don Bosco, con dirección José Espiani 125, este está al lado del dispensario o centro de salud. Al mismo llega gente del barrio Militar, Don Bosco y de Los Robles.
Tiene jardín, primario y secundario. Este colegio es mucho más grande que el barrio Militar.
- 5) Centro de Salud Don Bosco: este dispensario abarca un gran radio de influencia y recibe gente de diferentes lugares, como: de Villa unión, Los Robles, Militar, Valle Escondido. Y solo cuenta con una línea de colectivo que llega que es el 70.
- 6) Capilla Don Bosco: la misma se vio afectada luego de la construcción del nudo vial, debido a que a esta llegaba gente no solo de los barrios que se encuentran en la zona, sino de otros puntos que están más lejos, que se fue perdiendo porque quedo separada por la autopista, pero a su vez le dio una gran solución debido a que era una zona muy afectada por las lluvias y propensa a inundaciones, que hoy por hoy, las inundaciones ya no son un problema por la adecuada canalización que se llevó a cabo al construir el nudo.
A la capilla asisten 350 chicos aproximadamente, que van al apoyo escolar que se dicta 3 días a la semana y de Lunes a Viernes distintas actividades como: Catequesis, Misa, Proyecto social que se da tanto por la mañana y como por tarde y al cual asisten aproximadamente 80 chicos que durante los fines de semana van y vienen. Los niños cruzan de los distintos barrios caminando con edades que van desde los 6 a 16 años.
Al centro las líneas de colectivo que van son la 45 que llega por la Colectora y la línea 70.

Los momentos más críticos se encuentran durante los fines de semana largos y los Domingos y Viernes por la tarde Noche, o bien cuando hay partidos de futbol que vuelven del Estadio Kempes.



CAPÍTULO 4

MARCO TEÓRICO

El desarrollo de esta práctica supervisada consiste en el seguimiento y control de la ejecución de los pilotes y montaje de las pasarelas.

4.1. FUNDAMENTOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Podemos definir estructura como la parte de la edificación que recibe, soporta y transmite las cargas o pesos a través de sus elementos hasta el terreno. En la construcción la estructura tiene un mejor comportamiento cuando más directa sea la transmisión de esfuerzos desde los elementos que la componen hasta el terreno.

Para comprender el papel desempeñado por la estructura, hay que entender el proceso de la construcción como un sistema integrado por elementos heterogéneos formados por materiales de la construcción, transformado mediante una tecnología y realizados por personas que hacen posible el acto constructivo.

Pasaremos a hacer una diferenciación de las partes que componen a una estructura: estas son la infraestructura y la superestructura.

4.1.1. Infraestructura

Se define como la parte de la construcción que se encuentra bajo el nivel del suelo.

4.1.2. Superestructura

Cuando en el sistema constructivo hablamos de superestructura, nos referimos a todos los elementos necesarios para sostener y transportar las cargas a los elementos de la infraestructura. Están conformados por planos verticales, horizontales e inclinados, de esta forma las cargas se transportarán al terreno según el plano donde se encuentren.

Se puede definir como la parte de una construcción que está por encima del nivel del suelo.

En el desarrollo del siguiente informe cuando hablemos de *pasarela peatonal* nos estaremos refiriendo a la superestructura y cuando hablemos de la fundación, *pilotes*, nos estaremos refiriendo a la infraestructura.

4.2. FUNDACIONES

La parte inferior de una estructura se denomina cimentación y su función es transferir la carga de la estructura al suelo en que esta descansa. Una cimentación adecuadamente diseñada es la que transfiere la carga a través del suelo sin sobreforzar a este. La necesidad de un elemento de transferencia de carga al suelo surge por la diferencia de resistencia que existe entre los materiales estructurales y el terreno natural.

4.2.1. FUNDACIONES DIRECTAS

A fin de evaluar el tipo y características de la fundación más conveniente para un proyecto dado, se requiere de un análisis previo que contemple aspectos como: características de los estratos de suelo, homogeneidad o no de los mismos, compresibilidad de los suelos, nivel freático, equipos disponibles para ejecutar las fundaciones en la zona, características de la superestructura y requerimientos de la misma, agresividad de suelos, compatibilizarse para lograr un diseño seguro y económico.

Las fundaciones directas son aquellas en las que la descarga se produce sin que exista algún elemento que reparta cargas sobre fundación.

En un sentido más general, las cimentaciones superficiales tienen una razón de profundidad de empotramiento a ancho de aproximadamente menor que cuatro.

Cuando la razón de profundidad de empotramiento contra ancho es mayor, la cimentación se clasifica como profunda.

4.2.2. FUNDACIONES INDIRECTAS

Cuando la capacidad portante de los estratos superiores del suelo no es adecuada, o bien, el nivel freático se encuentra próximo a la superficie y el suelo a dicho nivel no es apto para fundar, o eventualmente, las acciones horizontales y consecuentemente los momentos son importantes, se suele emplear un sistema de fundación indirecta. El mismo se encuentra constituido por elementos de gran longitud denominados pilotes, que transmiten la carga de la SUPERESTRUCTURA a los estratos aptos. Los pilotes transmitirán al terreno los mencionados esfuerzos básicamente mediante dos mecanismos:

- 1) Fricción (en el caso de limos o arcillas).
- 2) Punta (para el caso de rocas, gravas densas u otras).

El elemento de vinculación entre las columnas o tabiques de la superestructura y los pilotes, se lo denomina cabezal.

4.2.2.1. Aspectos generales referidos al diseño de cabezales y pilotes

En función de la capacidad de carga individual de los pilotes, definida por el especialista en mecánica de suelos, y de la carga total a transmitir de parte de la columna, se determinará la cantidad de pilotes requerida y por tanto las dimensiones del cabezal.

A fin de distribuir de una forma uniforme la carga incidente de la columna en cada uno de los pilotes, se diseña en general al cabezal con una importante rigidez.

En general, la separación mínima entre pilotes es de 3 veces el diámetro del pilote. Se asume, también, que los esfuerzos principales sobre los pilotes de la mayoría de las estructuras son axiales, si bien existe un cierto grado de empotramiento en los cabezales y en el terreno, como se indicó, se suelen considerar a estos esfuerzos como secundarios. La excepción se presenta en el caso de pilotes utilizados para estructuras portuarias.

Diseños y dimensionado de cabezales

Como referencia, podemos decir que los cabezales tienen un espesor que es función de la distancia entre pilotes, de manera tal que se pueda materializar un mecanismo de transmisión de fuerzas tipo biela, es decir, bielas de compresión inclinadas entre la columna y los pilotes. Las componentes horizontales de estas bielas se absorben mediante armaduras que actúan como tensores. Esta armadura se dispone preferentemente sobre los pilotes, y está fuertemente comprimida en dirección vertical en la zona ubicada por encima de los mismos.

Estudios experimentales demuestran que el esquema de transmisión de fuerzas, tiene aplicación cuando el ángulo formado por éstas y la dirección horizontal es de 45° . De tener grandes separaciones entre los pilotes, debería colocarse armadura inferior en la zona entre los mismos, dado que parte de las bielas de compresión comprimen dicha armadura hacia abajo. Esto se da para el caso de que se tenga más de un pilote por cabezal.

Cuando el número de pilotes es importante, el cabezal adquiere grandes dimensiones en planta, y en tal caso, ya no es factible calcularlo con los conceptos anteriores, dado que ello requeriría de una altura útil elevada. En estos casos, se calcula el cabezal a flexión, verificando corte y punzonado.

Conceptos sobre el diseño de pilotes

Los pilotes desarrollan su resistencia mediante la punta y por el fuste, a través de la fricción de contacto con el material del suelo que los rodea. Cuando la zona extrema del pilote alcanza un estrato como la roca, no se considera la resistencia friccional, de forma tal que el pilote trabaja sólo por punta, como una columna. No ocurre de igual manera para el caso de estratos de suelo compuestos por limos o arcillas.

De acuerdo a su orientación, suele clasificárselos en verticales o inclinados, estos últimos especialmente diseñados para absorber esfuerzos horizontales importantes.

Según su metodología constructiva se pueden distinguir las siguientes clases de pilotes:

- 1) Prefabricados:

- a) En Fábrica.
- b) En obra.
- 2) Hormigonados:
 - a) Con camisa metálica: se coloca primeramente la camisa metálica, luego se coloca la armadura y por último, se hormigona.
 - b) Perforados: se utiliza lodo bentonítico.

Por su sección, se los construye cuadrados o circulares.

Respecto al cálculo de los pilotes, puede ser necesaria su verificación al pandeo, considerándose en general como empotrados en la zona en contacto con el terreno, o bien empotrados o articulados en la parte superior, de acuerdo a la rigidez del cabezal.

En general se considera que estos sectores comprenden los tramos del pilote ubicados por encima del nivel de socavación previsto hasta su vinculación con el cabezal respectivo. Los sistemas cabezal- pilotes, resultan en general sistemas desplazables. La verificación a pandeo adquiere mayor relevancia cuando nos encontramos en presencia de estructuras portuarias, caracterizadas por grandes longitudes en sus pilotes, por la acción de esfuerzos horizontales generados por el impacto de embarcaciones y por cargas verticales transmitidas por la superestructura, a su vez, afectada por importantes sobrecargas. Poniendo especial énfasis en el análisis de los desplazamientos horizontales.

4.2.2.2. Pilotes hormigonados in situ

Resulta hoy en día, la metodología más extendida para la ejecución de pilotes de estructuras sometidas a grandes cargas, como es el caso de puentes o muelles. La metodología constructiva consiste en la colocación de camisas metálicas de sección circular colocadas en el terreno mediante equipos vibro-hincadores, para luego continuar con un equipo de perforación y llegar así a la cota de fundación prevista. Seguidamente, se procede a colocar dentro de las camisas metálicas las armaduras respectivas y luego, una cañería a los efectos de llenarlas con hormigón.

Las partes superiores de los pilotes se deberán extender como mínimo 300 mm hacia el interior de los cabezales una vez que se ha retirado todo el material dañado de los mismos. Si el pilote está unido al cabezal mediante barras, el pilote se debería extender como mínimo 150 mm hacia el interior del cabezal. Si hay una viga de hormigón armado hormigonada in situ que se utiliza como cabezal, el recubrimiento de hormigón en los laterales de los pilotes deberá ser mayor que 150 mm.

Como recomendaciones generales, se puede dar una profundidad mínima de penetración en el estrato resistente del orden de 4 o 5 ϕ , con valores normales que rondan desde los 5 m a los 15 m.

Respecto de la sección del pilote, son valores típicos diámetros ubicados entre los 40 cm a los 80 cm, pudiendo encontrarse casos de hasta 1,40 m, como es el caso de muelles o viaductos portuarios.

Los esfuerzos más comunes que afectan el dimensionado de los pilotes son:

- a) Cargas axiales.
- b) Eventuales empujes del terreno.
- c) Acciones horizontales sobre el cabezal y transmitidas por el mismo al pilote.
- d) Rozamientos por el atraque de embarcaciones u otros.
- e) Acción dinámica del hincado.

4.2.2.3. Armaduras

Armadura longitudinal: 4ϕ mínimo (cuadradas) ó 6ϕ mínimo (circulares).

Armadura transversal: hélice $\geq \phi$ 6 mm con pasos menores a 30 cm o a 12ϕ de la armadura longitudinal. Recubrimiento: mayor a 5 cm.

Comentario final

Si bien se considera usualmente que las fundaciones sobre pilotes son muy seguras, se han producido en ciertos casos grandes fracasos, a modo de muy breve reseña podemos indicar algunas causas:

- Realizar el proyecto de dichas fundaciones sin contar con un estudio de suelos lo suficiente completo que permita identificar heterogeneidades no consideradas.
- No llegar con el estudio de suelos a profundidades adecuadas, por lo que pasan inadvertidos estratos profundos compresibles que pueden motivar a futuro, importantes asentamientos.
- Considerar la resistencia friccional lateral para pilotes que apoyan sobre estratos muy resistentes, que trabajan exclusivamente de punta, sin desplazamientos, y sin movilizar tal mecanismo.
- No tener en cuenta el efecto de grupo de pilotes próximos sobre la resistencia total y los asentamientos a producirse. Prakash y Sharma (1990) estudiaron el efecto de la separación de los pilotes sobre el módulo del suelo y hallaron que cuando las separaciones entre pilotes son mayores que 8 veces el ancho del pilote los pilotes vecinos no afectan el módulo del suelo o la capacidad de pandeo. Sin embargo, para separaciones iguales a 3 veces el ancho del pilote el módulo efectivo del suelo se reduce al 25 por ciento del valor aplicable a un pilote individual. Para separaciones inmediatas los valores del módulo se pueden estimar por interpolación.

4.3. PASARELA PREFABRICADA:

La misma está compuesta por vigas, columnas y rampas que trabajan en forma conjunta para transmitir las cargas a la fundación y esta al suelo.

4.3.1. Columnas

Todas las acciones que soportan las estructuras de hormigón prefabricado mediante columnas de hormigón debemos transmitir las a la cimentación por medio de elementos verticales de sección constante o variable, rectangular o circular.

Los responsables de la estabilidad de la estructura de hormigón, son conectados a la cimentación según se explica en un catálogo técnico, y salen de fábrica con todos los accesorios necesarios para poder soportar cualquier otro elemento prefabricado de hormigón o “in-situ” que apoye en paneles, voladizos, vigas y correas de cubierta.

Para ello se diseñan en la oficina técnica de acuerdo con el cliente, con todos los recortes y anexos, de tal forma que en obra, toda la estructura de hormigón prefabricado cumpla con las exigencias del cliente.

Cabeza de columnas de hormigón prefabricado: las diferentes tipologías de las cabezas de las columnas prefabricadas de hormigón permite el apoyo de vigas sobre columnas de hormigón. Se pueden diseñar de cualquier tipo de cabeza, si el proyecto así lo requiere.

Las uniones de columnas con vigas pueden ser mediante conexión rígida, semirrígida o mediante apoyo.

Las estructuras prefabricadas se completa, según los casos con la unión entre columna mediante vigas de hormigón. Dependiendo del tipo de columna elegida podemos optar la unión mediante apoyada.

4.3.2. Vigas de hormigón

Las vigas son barras de hormigón sometidas a deferencia o flecha, y alcanza su máximo valor en el centro y no tiene deformación en los apoyos. Las tracciones tienen lugar en las fibras inferiores de la viga. Si la deformación en cada punto es diferente, las tracciones serán diferentes en cada sección. Los valores de tracción son inferiores a medida que las secciones están más próximos al apoyo.

CAPÍTULO 5

EJECUCIÓN DE LAS FUNDACIONES

5.1. COTA DE FUNDACIÓN

La Cota de fundación para las fundaciones de la pasarela fue determinada mediante un estudio de suelos que fue realizado por proyectistas de la empresa Geos, el mismo tuvo como objetivo precisar espacialmente la posición y espesor de los distintos estratos de suelo, determinando la ubicación en planta y cota de cada una de las once (11) posiciones investigadas.

Este estudio fue realizado alcanzando el enlace vial entre Avenidas R.J. Cárcano, Colón, Don Bosco, J. Ceballos y Ejército Argentino.

5.2. SONDEOS

En esta tarea se relevó el perfil de suelo existente en las 11 posiciones investigadas, tanto por encima como por debajo del NF tomando muestras y realizando ensayos in situ, para poder conocer las características y condiciones del subsuelo existente.

Fueron realizados por Geos los 11 sondeos y 4 pozos excavados con hoyadora. Esta exploración sirvieron para identificar los suelos y demás materiales existentes en las distintas posiciones, para determinar la resistencia a la penetración, de los mantos atravesados, para la obtención de muestras de suelos a distintas profundidades y, los pozos con hoyadora, para estudiar la excavabilidad de este perfil de suelos hasta donde fuera posible excavar con hoyadora, sin entibar y sin necesidad de emplear lodos bentónicos.

Los sondeos fueron realizados de penetración dinámica continua, para la extracción de muestras de suelos a distintas profundidades, mediante ensayos SPT, alcanzando una profundidad máxima de 25 m, con un diámetro de $\Phi=2\frac{1}{2}=63.5$ mm para extraer muestras de suelos a distintas profundidades.

También en algunas posiciones se realizaron pozos excavados a cielo abierto con hoyadora mecánica a rotación, en diámetro $\Phi=400$ mm, alcanzando una profundidad máxima de 15 m.

5.3. PERFIL DE SUELOS

Se pasa a describir el perfil de suelos dominantes existentes en el sitio, donde las cotas y espesores se observan en los perfiles transversales correspondientes a cada uno de los 4 cuadrantes:

- Perfil transversal del Cuadrante Norte: Involucra a sondeos G_{EoS}-10 y G_{EoS}-11.

- Perfil transversal del Cuadrante Este: Involucra a sondeos GGeoS-4, GGeoS-5, GGeoS-6 y GGeoS-7.
- Perfil transversal del Cuadrante Sur: Involucra a sondeos GGeoS-9 y GGeoS-8.
- Perfil transversal del Cuadrante Oeste: Involucra a sondeos GGeoS-3, Geos-2 y GGeoS-1.



FIGURA 5: Proyección de sondeos.

Esta información servirá de guía para la construcción de las fundaciones movimientos de suelos de esta obra civil. A continuación se describe cada uno de los estratos:

Estrato 0 – Suelo orgánico y rellenos artificiales superficiales

Cubierta orgánica, en algunos sectores y rellenos artificiales de origen antrópico, en otros; color general castaño; compacidad suelta; muy heterogéneo, al tratarse de rellenos no clasifican según S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos); no apto como suelo de fundación, ni como material de relleno para construcción de terraplenes.

Estrato I - Limo con algo de arena

Limo con algo de arena y gránulos de limo cementados dispersos por capas aleatorias; entre ~80% a ~95% de pasante tamiz N°200 por vía húmeda, color castaño claro; clasificación según S.U.C.S. es, ML. El número de golpes equivalentes del SPT, es en general, menor que 10 golpes, con algunos picos aleatorios que alcanzan los 20 golpes, correspondientes a lentes de limo cementado; compacidad general es suelta, potencialmente colapsable en sus primeros 3,0 m a 5,0 m de espesor. Si bien no es apto como estrato de apoyo, podrá desarrollar una resistencia lateral friccional en los pilotes.

Estrato II – Arena con limo o arena limosa con gravillas y gravas

Arena fina a media con algo de limo a arena limosa, con presencia de gravillas y gravas, incluso cantos rodados (de $\Phi \sim 10$ cm a 15 cm); entre 10% a 45% pasante tamiz N°200 por vía húmeda variable; color castaño claro amarillento, al excavar, las capas las capas con menor contenido de finos son potencialmente desmoronables; no plástico; rugoso, áspero y no pegajoso al tacto, el N oscila entre 10 y 30 golpes, lo que indica una compacidad media en el cuadrante Norte y Sur; en el cuadrante Oeste N oscila entre 20 y más de 40 golpes (llegando incluso al rechazo), lo que indica una compacidad media a densa; finalmente en el cuadrante Este, N oscila entre 10 y 30 golpes, lo que indica una compacidad media.

Estrato III – Limo con algo de arena a limo arenoso

Limo con algo de arena a limo arenoso, con algo de gravillas y gravas aisladas; entre ~60% a ~95% de pasante tamiz N°200 por vía húmeda; color castaño claro; al profundizar y conforme se va moviendo hacia el Este, aparecen intercalaciones de capas más arenosas y poco densas; húmedo a saturado sumergido por debajo del nivel freático; baja plasticidad, N es variable según cual sea el sector considerado; así en los cuadrantes, Norte y Sur, N oscila al profundizar entre 40 y 5 golpes, lo que indica una compacidad media a suelta; en el cuadrante Oeste, N oscila al profundizar entre 40 y 15 golpes, lo que indica una compacidad densa a media ; en el cuadrante Este en la parte superior del estrato, desde 13,0 a 19,0 m de profundidad, N oscila entre 35 y 15 golpes, lo que indica una compacidad media a densa, mientras que por debajo de 19,0 m de profundidad, N desciende hasta valores tan bajos, incluso inferiores a 5 golpes, lo que indica una compacidad suelta, en correspondencia con la posición del NF.

La decisión final del tipo de fundación a adoptar depende del calculista, del proyectista y del análisis técnico-económico respecto de qué sistema elegir.

5.4. FUNDACIÓN INDIRECTA (PILOTES)

Se emplea una fundación indirecta (profunda) apoyando francamente en el **estrato II** o **estrato III**, por debajo de 8,0 m a 10,0 m de profundidad. Cada profundidad (y cota) de apoyo está considerada para cada cuadrante con arreglo a los sondeos que le corresponden, y podría diferir según se aleje a tales posiciones, por lo que se recomienda buscar siempre la formación de apoyo (**estrato II o estrato III**).

Se llega a la conclusión de que esta excavación se podrá materializar con pilotes excavados y hormigonados in situ.

Su excavación será mecánica, asegurando su penetración en el manto referido.

Se incluyen los perfiles de las dos pasarelas, para la pasarela 2 se dispone de los perfiles en el cuadrante Oeste, considerando los sondeos GeoS-1, GeoS-2 y GeoS-3 y para la pasarela 1 se dispone el perfil en el cuadrante Sur GeoS-8 y GeoS-9:

Estrato	Profundidad z [m]	Excavable sin entibar y sin lodos hasta [m]	Cota [m]	Tensión punta admisible ^(C) σ_{Padm} [Ton/m ²]	Tensión punta inyectada ^(D) σ_{Padm} [Ton/m ²]	Tensión lateral admisible ^(A) σ_{Ladm} [Ton/m ²]
I	NT a ~8,0	≤15,0	~462 a ~454	***	***	2,0
II ^(B)	~>8,0 a ~10,5		~454 a ~451,5	***	***	2,5
	~>10,5 a ~16,0		~451,5 a ~446	50	75	3,5
III ^(B)	~>16,0 a 21,0		~446 a ~441	60	90	3,5
	~>21,0 a ~25,0		~441 a ~437	30	45	2,0

Tabla 3: Parámetros de cálculo para fundación cuadrante Sur. (Estudio Geos).

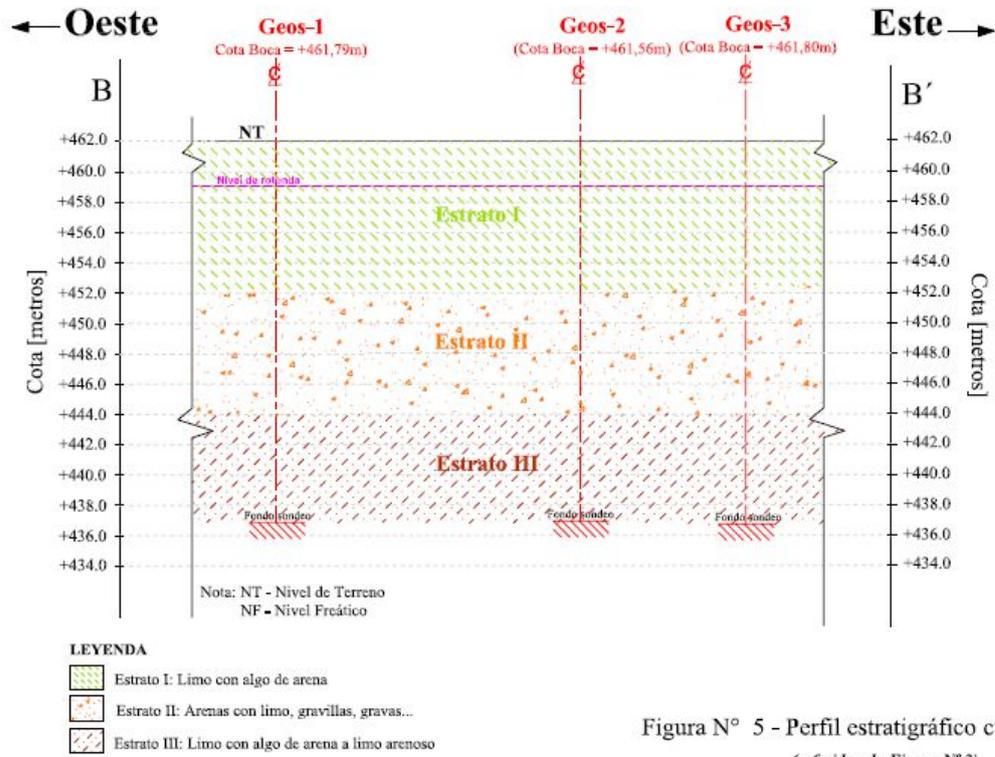


FIGURA 6: Perfil de suelo cuadrante Oeste.

Para una cota de terreno natural que está a 462,0 m y con una cota de fundación de 450,0 m se tiene una profundidad de excavación de 12,0 m que es donde se encuentra el estrato II de arena con limo.

Estrato	Profundidad z [m]	Excavable sin entibar y sin lodos hasta [m]	Cota [m]	Tensión punta admisible ^(C) σ_{Padm} [Ton/m ²]	Tensión punta inyectada ^(D) σ_{Padm} [Ton/m ²]	Tensión lateral admisible ^(A) σ_{Ladm} [Ton/m ²]
I	NT a ~10,0	≤15,0	~462 a ~452	***	***	2,0
II ^(B)	~10,0 a ~11,0		~452 a ~451	***	***	2,5
	~11,0 a ~18,0		~451 a ~444	65	97	3,5
III ^(B)	~18,0 a 21,0		~444 a ~441	75	112	3,5
	~21,0 a ~25,0	~441 a ~437	40	60	3,0	

Tabla 4: Parámetros de cálculo cuadrante Oeste (Estudio Geos).

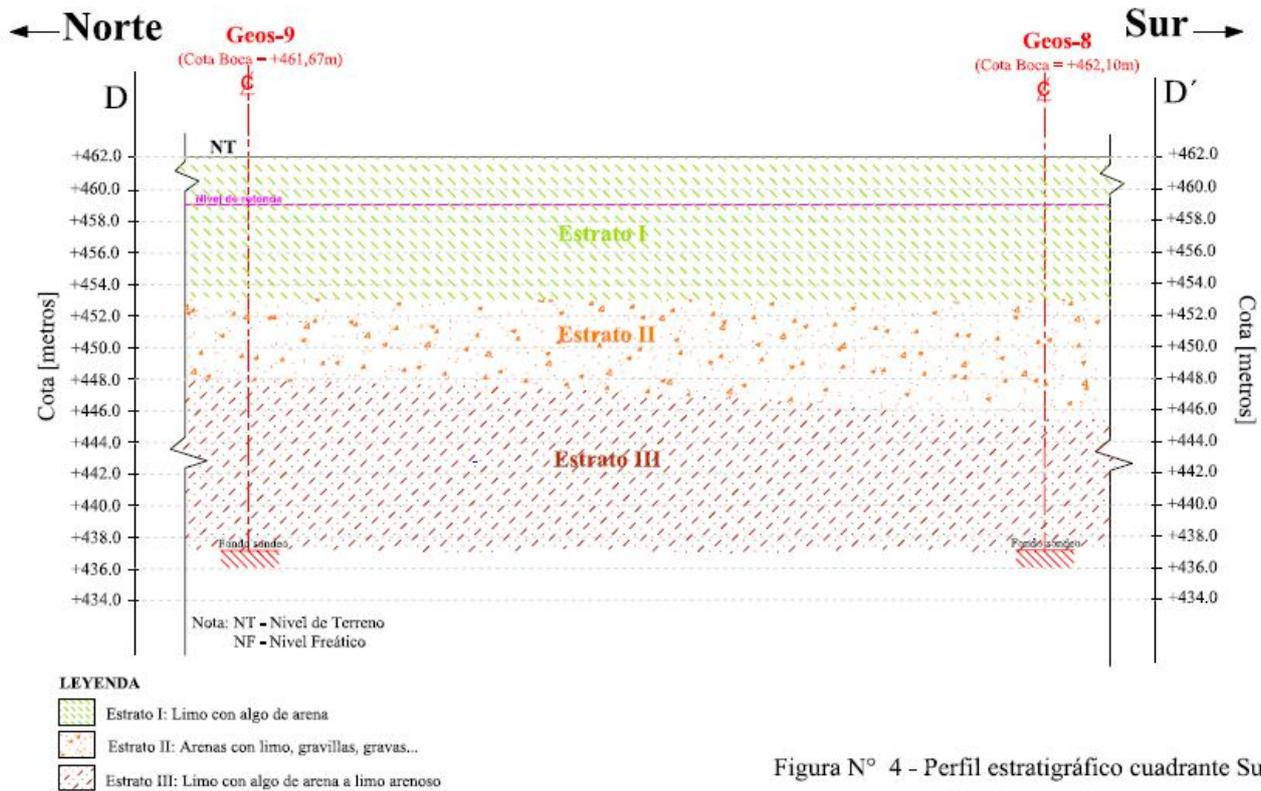


FIGURA 7: Perfil de suelo cuadrante Sur.

Para la pasarela 2 ubicada en Avenida Ejército Argentino se ubica la cota del terreno natural a 462,0 m y la cota de fundación a 450,0 m, con una profundidad de excavación de 12,0 m.

5.5. HORMIGÓN PARA PILOTES

Debido a que el objetivo es controlar y realizar el seguimiento tanto en la ejecución de los pilotes como en el montaje de la pasarela, esto incluye controlar la calidad del hormigón con el que están hecho los pilotes, para esto la alumna asistió a la planta de Hormiblock que es la encargada de realizar la preparación del hormigón H21 para el relleno de los pilotes. A continuación se realiza una descripción en detalle:

El hormigón es un material compuesto, formado por una mezcla homogénea de cemento, agregados, agua, aditivos y, a veces, adiciones minerales.

La principal característica estructural del hormigón es que resiste bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.).

Para superar este inconveniente, se introducen barras de acero, en la masa de hormigón, permitiendo soportar esfuerzos de tracción y cortantes. A esta combinación de hormigón con barras de acero se la denomina hormigón armado.

El tipo de hormigón que se utiliza para el relleno de los pilotes es un tipo de hormigón H-21, para el cual su resistencia a la compresión a los 28 días es de 21,0 MPa. Se trata de un hormigón H-21 reforzado en cemento, con cemento ARS (altamente resistente a sulfatos). Este es un cemento especial para una estructura bajo tierra sometida a las sales del suelo o del agua, las cuales con el tiempo atacarían a la armadura.

Los cementos altamente resistentes a sulfatos, se deben usar en estructuras en contacto con agua, suelos y ambientes con alto contenido de sulfatos.

5.5.1. Factores químicos que afectan la resistencia al sulfato del concreto:

El ataque de sulfatos al hormigón tiene lugar cuando la solución de sulfatos penetra en el hormigón y reacciona químicamente con sus constituyentes, principalmente con la matriz de cemento. Así, los factores que afectan la resistencia a sulfatos del hormigón no son solamente aquellos que influyen en la reacción química con la matriz de cemento, sino también aquellos que influyen en la permeabilidad y en la calidad del hormigón.

La relación entre la resistencia a sulfatos de cemento Portland y su contenido de aluminato tricálcico está establecida. El cemento Portland contiene menos del 5% de aluminato tricálcico es clasificado como un resistente a sulfatos.

A continuación se muestra la fórmula del H-21 que proporciona Hormiblock para la ejecución de los pilotes.

HORMI-BLOCK S.A. Informe de Laboratorio	
Resistencia a la compr. A 28 días (Mpa):	21
Asentamiento llegada a obra (cm):	12,5 (Toler.: +/- 2,5)
Asentamiento final (cm):	18,0 (Toler.: +/- 3,0)
Tamaño máx. del agreg. Grueso (mm):	19
Observaciones:	Para Pilotes
Obra:	Nudo Vial El Tropezón

Tabla 5: Informe de laboratorio del hormigón.

Material (Desig.)	Tipo	Origen	Volumen (dm ³)	Masa (kg)
6/19	TRIT	Holcim	348,1	940
30/50	-	-	0	0
20/30	-	-	0	0
ARENA	Gruesa	Suquia	278,5	730

	Fina	Saqui (VR)	69,6	184
CEMENTO	ARS	Loma Negra	101,7	318
AGUA		Pozo	175	175
ADITIVO	SF+R	Mira 301	1,5	1,75
	SF	Daracen 19	0,7	0,8
			0	0
AIRE			25	-
TOTAL			1000	2350

Tabla 6: Dosificación del hormigón H-21.

5.5.2. Componentes del hormigón:

En la misma se puede observar la participación que tiene cada uno de los componentes, y se detalla a continuación la descripción de cada uno:

5.5.2.1. Cemento:

El cemento portland es un ligante hidráulico, ya que mezclado con agua forma lo que se denomina pasta de cemento, la que puede ser colada o moldeada y endurece a través de una reacción química irreversible, conocida como el proceso de hidratación. El resultado final es un material resistente, rígido y durable. El cemento es el componente fundamental del hormigón, siendo este último el material más consumido en el mundo luego del agua.

Está constituido por cuatro componentes principales: el silicato tricálcico (C_3S), el silicato dicálcico (C_2S), el aluminato tricálcico y el ferroaluminato tetracálcico (C_4AF), más otros óxidos menores. El C_3A generalmente se encuentra en poca cantidad y reacciona muy rápidamente, regulando el fraguado y endurecimiento inicial. El C_3S contribuye a la resistencia a edad temprana. El C_2S contribuye a la resistencia a largo plazo, mientras que el C_4AF no hace aportes significativo a la resistencia.

5.5.2.1.1. Tipos de Cemento Portland

En nuestro país se producen diferentes tipos de cemento portland, tanto para uso general como con propiedades especiales. La composición de los distintos tipos de cemento, los requisitos químicos, físicos y mecánicos, así como las condiciones de recepción y evaluación de la conformación se encuentran normalizados por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Las normas de especificaciones correspondientes que se van a usar para este caso son:

- IRAM 50000: Se puede emplear los tipos de cementos que se indican en la siguiente tabla.

Tipo y composición de los Cementos IRAM 50000:

Tipo de cemento ⁽⁵⁾	Nomenclatura	Composición ⁽²⁾ (g/100 g)					Compuestos minoritarios
		Componentes principales					
		Clínker + Sulfato de calcio	Adiciones				
	Puzolana o ceniza volante silíceas (P ó CV)		Escoria (E)	"Filler" calcáreo (F)			
Cemento portland normal	CPN	100-95	--	--	--	0-5	
Cemento portland con "filler" calcáreo	CPF	94-75	--	--	6-25	0-5	
Cemento portland con escoria	CPE	94-65	--	6-35	--	0-5	
Cemento portland compuesto (3)	CPC	94-65	dos o más, con: $6 \leq (P \text{ ó } CV + E + F) \leq 35$ y con $F \leq 25$			0-5	
Cemento portland puzolánico (4)	CPP	85-50	15-50	--	--	0-5	
Cemento de alto horno	CAH	64-25	--	36-75	--	0-5	

Tabla 7: Tipos de Cementos Portland.

- IRAM 50001: Cemento. Cementos con propiedades especiales.

Todos los cementos que cumplan con la IRAM 50001 deberán cumplimentar simultáneamente la IRAM 50000.

Dentro de los cementos con propiedades especiales, el que se usa para la composición del hormigón H-21 es el cemento altamente resistente a sulfato (ARS). Este tipo de cemento su uso es recomendable en pavimentos o estructuras que estarán sometidas a un ataque severo de sulfatos presentes en agua y/o suelos de contacto. No se recomienda para el contacto con agua de mar.

El cemento resistente a sulfato debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas según norma. La citada Norma IRAM 50001: 2010 clasifica a los cementos como ARS y de la siguiente tabla se deben cumplir los límites para el **C₃A** y (**C₃A**+ **C₄AF**) para que el cemento sea un ARS. De la tabla se puede ver que este requisito exige que el contenido de aluminato tricálcico sea menor o igual al 4% y que el contenido de aluminato tricálcico más aluminoferrito tetracálcico sea menor o igual al 22%.

5.5.2.1.2. ¿Por qué Cemento Altamente Resistente a Sulfatos?

Las estructuras de hormigón pueden estar sujetas a múltiples causas de potenciales daños y deterioros. Después de una inspección especializada para determinar el origen y las causas del deterioro de la estructura, se debe definir una forma adecuada de reparación.

Cuando se realizan inspecciones en el hormigón después de un cierto tiempo de vida, este puede considerarse como un material duradero. Si está situado en unas condiciones adecuadas, el hormigón, mejora con el tiempo; su resistencia va creciendo gradualmente, aunque a una velocidad

menor que al principio; su porosidad ira disminuyendo a la misma velocidad que aumenta la resistencia.

Sin embargo, debido a una serie de factores, el hormigón expuesto presentara deterioro, y por eso es necesario la recuperación de las estructuras de hormigón.

Las causas de los daños y deterioros en el hormigón pueden ser por origen químico, físico o incluyendo errores de diseño, mala ejecución durante la construcción o efectos de envejecimiento.

Para el relleno de pilotes se utilizó un tipo de cemento H21 de origen Loma Negra de Catamarca, que tiene la particularidad de alcanzar la resistencia final a mediana edad en comparación con otros tipos de cementos.

Más adelante se explicará que a medida que aumenta la calidad del hormigón disminuye su relación agua- cemento. Para no modificar la relación agua-cemento, agrego aditivos (superfluidificante), que tiene la función de ajustar el asentamiento para no modificar la relación agua-cemento.

Daños debido a ataques químicos:

Ataque por sulfatos: los sulfatos están siempre presentes en el cemento y forman la estringita (cristales en forma de agujas) durante las primeras etapas. Esto es debido al yeso (sulfato de calcio) añadido en la planta de cemento, que reacciona con los aluminatos del cemento (reguladores del fraguado), durante las primeras horas, después del amasado con el agua después de la producción de hormigón.

Los daños en el hormigón por reacciones con sulfatos surgen cuando sulfatos adicionales penetran en el hormigón. Estas reacciones expansivas pueden producir también, fisuración, desprendimientos del hormigón y pérdida de resistencia, puesto que ocurren cuando el hormigón ya está endurecido y es un cuerpo rígido.

Los sulfatos representan uno de los mayores riesgos de agresión química para el hormigón, las reacciones químicas puede dar lugar a efectos perjudiciales, ya que la expansión puede producir tensiones mecánicas internas que se traducen en deformaciones y desplazamientos en diferentes partes de la estructura, en la aparición de grietas y fisuras.

Cuando el aluminato tricálcico se pone en contacto con el agua, la reacción inicial que se produce da como resultado un fraguado rápido de la pasta de cemento formando hidratos aluminatos de calcio.

El yeso permite regular la hidratación de aluminato tricálcico, C_3A que en ausencia de iones sulfatos tendría como consecuencia un fenómeno de fraguado rápido del cemento, formando aluminatos hidratados.

El C_3A y el yeso se disuelven rápidamente en agua, formando iones que al combinarse forman cristales de estringitas, que aparece bien cristalizada y se observa fácilmente al microscopio apareciendo en forma de agujas muy finas. Estos cristales son demasiados pequeños no pudiendo actuar como puentes entre las partículas de cemento quedando en estado plástico en la pasta formada durante un tiempo.

La estringita es un producto de hidratación estable pero solo cuando hay suficiente cantidad de sulfato disponible. Si la concentración de sulfato disminuye, la estringita se hace inestable y se convierte en monosulfato. El contenido de yeso en los cementos está limitado.

Así el monosulfato es el producto final de la hidratación de los cementos portland conteniendo más de un 5% de aluminato tricálcico.

Los sulfatos más agresivos frente al hormigón son los sulfatos de magnesio, amonio, calcio y sodio. El sulfato de calcio presente en los suelos en forma de yeso y anhidrita y en las aguas subterráneas, es agresivo para el hormigón. El proceso de degradación, más lento que en el caso del sulfato de magnesio y de amonio, se debe a la formación de estringita expansiva.

El sulfato de sodio, muy soluble, entraña una degradación por formación de yeso y estringita expansiva.

El sulfato de potasio tiene una acción similar a la del sulfato de sodio, pero la velocidad de ataque es un poco más lenta.

Se puede deducir lo siguiente:

Si el contenido de SO_3 es inferior al 3%, el hinchamiento es pequeño; si el contenido de C_3A sobrepasa el 7% el hinchamiento aumenta rápidamente si el SO_3 supera el 3%.

Tipo de Cemento	Propiedad	Unidad	Requisito	Método de ensayo
CPN	Contenido de aluminato tricálcico (C ₃ A) en el cemento	%	≤ 4,0	IRAM 1504
	Contenido de aluminato tricálcico más aluminoferrito tetracálcico (C ₃ A + FAC ₄) en el cemento ó aluminoferrito tetracálcico más ferrito dicálcico (FAC ₄ + FC ₂) en el cemento		≤ 22,0	
CPC, CPF, CPE, CAH, o CPP (Ver nota 2)	Contenido de aluminato tricálcico (C ₃ A) en el clínker		≤ 4,0	
	Contenido de aluminato tricálcico más aluminoferrito tetracálcico (C ₃ A + FAC ₄) en el clínker ó aluminoferrito tetracálcico más ferrito dicálcico (FAC ₄ + FC ₂) en el clínker		≤ 22,0	

Tabla 8: Requerimientos específicos de los cementos altamente resistentes a los sulfatos (ARS).

5.5.2.2. Aditivos:

5.5.2.2.1. RELACIÓN AGUA CEMENTO:

La relación agua cemento es una de las características fundamentales del hormigón. Al aumentar el contenido de agua aumenta la trabajabilidad del hormigón, pero se reduce su resistencia. Una de las costumbres en obra, es aumentar la trabajabilidad del hormigón agregando agua, pero esto no debería ocurrir y es responsabilidad del profesional evitarlo.

Para esto se recurre a los aditivos fluidificantes: que mejoran la trabajabilidad de la mezcla fresca sin disminuir la resistencia final del hormigón al no modificar la relación agua-cemento; con el uso de estos aditivos, lo que se gana es durabilidad e impermeabilidad, y logrando alcanzar el asentamiento deseado.

4.5.2.2.2. Tipos de aditivos:

- **Aditivo Superfluidificante, DARACEM 19:**

Es un reductor de agua de alto rango, conocido como superfluidificante. Es una solución acuosa, se trata de un líquido de baja viscosidad cuya fórmula permite que sea usado como se recibe. No contiene agregado de cloro y está diseñado para cumplir con las especificaciones de aditivos químicos para el hormigón.

Ventajas:

- Tiene la capacidad de producir un hormigón fluido de alto asentamiento sin pérdida de resistencia.

- Puede generar hormigón con baja relación agua/cemento y en consecuencia de alta resistencia. Por lo que se dijo anteriormente que a medida que aumenta la calidad del hormigón su relación a/c disminuye.
- El hormigón producido con cemento portland normal y DARACEM19 puede sustituir al hormigón producido con cemento de alta resistencia inicial (A.R.I.) para lograr mayores resistencias a edades tempranas.
- El hormigón que se aditiva con DARACEM 19, aún con alto asentamiento inicial, no genera exudaciones importantes en comparación con un hormigón que tenga el mismo asentamiento y no contenga fluidificante.
- Es un auxiliar para la descarga rápida del camión moto-hormigonero reduciendo el tiempo de trabajo y mejorando la utilización de la mezcla.

Este aditivo produce un hormigón con características altamente trabajables en hormigones fluidos y de alto asentamiento. Logra producir, además un hormigón con una baja relación agua/cemento en asentamientos bajos o normales.

Este aditivo es ideal para usarlo en hormigones pretensados, premoldeados, en tableros de puentes o en cualquier hormigón donde se desee mantener la mínima relación agua/cemento y el grado de trabajabilidad adecuado para lograr una fácil colocación y consolidación. También otorga fluidez al hormigón haciéndolo ideal para el “tremie” (hormigonado de pilotes) u otras aplicaciones donde se requiera un alto asentamiento.

El asentamiento requerido en obra para dada una relación agua/cemento puede ser controlado variando las dosis. Este aditivo se encuentra disponible en tambores de 250 kg, en contenedores de 1100 kg o de granel por medio de cisternas propias.

- **Aditivo Plastificante Multifuncional, reductor de agua de medio rango, MIRA 301:**

Es un aditivo multifuncional de medio rango de reducción de agua fabricado mediante procesos de control de calidad estrictos para garantizar un producto homogéneo y de desempeño uniforme.

Fue desarrollado como un aditivo reductor de agua de alta eficiencia, con la propiedad de no promover importantes retardos ni tiempos de fraguado excesivos.

4.5.2.2.3. Aplicaciones:

Las principales aplicaciones del MIRA 301 son en:

- Hormigones en general.
- Centrales dosificadoras de hormigones.
- Pilares, muros y pilotajes.

- Estructuras con armaduras especialmente densas.

Ventajas:

Le confiere al hormigón elevadas prestaciones en materia de:

- Trabajabilidad.
- Reducción de la relación agua/cemento.
- Desarrollo de resistencias.
- Mantenimiento de la consistencia.

Este aditivo permite la reducción de agua hasta en un 18%, lo que permite producir concreto con menor relación agua/cemento, resultando en un aumento de resistencia a la compresión.

Para proyectar y realizar estructuras de hormigón armado que respondan al concepto de durabilidad, el hormigón debe confeccionarse contemplando:

- Relación agua/cemento baja que garantice baja porosidad, baja permeabilidad y alta resistencia mecánica.
- Elevada trabajabilidad para una más completa compactación y una más ágil y correcta puesta en obra.
- Bajo y controlado nivel de aire ocluido, dado que niveles muy altos producen una porosidad perjudicial para la durabilidad de la estructura.

Este aditivo está formulado para mitigar discontinuidades en la granulometría de los agregados finos, que puedan comprometer la cohesión o la bombeabilidad de los hormigones.

Cuando se usa en conjunto con otros aditivos, debe ser incorporado a la mezcla en forma separada.

Es líquido, se envasa en tambores o a granel mediante el uso de camiones cisternas, no contiene compuestos inflamables.

4.5.2.3. Agregados:

Dentro de un hormigón los agregados que lo forman son:

- Arena
- Triturado

4.5.2.3.1. Arena

La arena exigida por CIRSOC debe ser una arena media, como la disponibilidad de arena en Córdoba es gruesa, lo que se debe hacer es mezclarla con un tipo de arena más fina de forma de llegar a una arena ideal con módulo de fineza de aproximadamente 2,75.

Para lograr tener una arena media se analiza el módulo de fineza de la composición entre fino y grueso, tal que el módulo de fineza de una arena fina está entre 0-2 y el módulo de fineza de una arena gruesa se encuentra de 2-3 o más, se debe ir buscando la composición más adecuada de forma que el módulo de fineza resulte lo más próximo al módulo de fineza de la curva ideal.

En Córdoba es muy raro encontrar una única arena que satisfaga con el módulo de fineza ideal, es decir el de la arena media, se tendrá que trabajar con la arena que se encuentra en Córdoba, combinándola si o si con una arena más fina para lograr una mejor trabajabilidad en el hormigón.

De las curvas granulométricas para una arena gruesa provista por el proveedor de la zona y la curva de arena fina que tiene como origen el río Suquía se pudo observar que se cuenta con dos curvas límites A y B verificando que entre ellas queda definida la curva ideal para la arena media, además se debe realizar el ensayo de Equivalente de Arena que nos garantice la limpieza del material que va a formar parte del hormigón, se debe observar el porcentaje de finos, es decir, limo y arcilla presente en la arena que pueda afectar o no a la adherencia.

Luego para los triturados, se cuenta con:

4.5.2.3.2. Triturado 6-19 mm

Para verificar la calidad de los mismos, se recurre al ensayo de abrasión o desgaste de los Ángeles, la granulometría y lajosidad.

El triturado 6-19 mm es de origen Tegli, con tamaño nominal de la muestra de 19 mm, utilizando tamices 1"-25 mm, 3/4"-19 mm, 3/8"-9,5 mm, N°4-4,8 mm y N°8-2,4 mm

Arena fina que tiene como origen Saqui y utiliza los tamices: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4 y 3/8", se debe observar que la curva de la arena caiga entre las dos curvas límites A y B.

Arena gruesa tiene como origen Suquía y utiliza los tamices según IRAM y ASTM: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4 Y 3/8".

4.5.3. PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN:

Para verificar la calidad del hormigón se decidió visitar la planta de hormigón, para esto se solicitó una entrevista con el encargado de la plata, y así verificar que la calidad de cada componente del hormigón sea coincidente con los de la fórmula. De la entrevista con el ingeniero Pagliero se pudo conocer todo el procedimiento en la preparación del hormigón hasta que llega a la obra. Se pudo observar que es muy difícil que el hormigón salga con error de la planta, debido a que la fórmula se basa en un programa automatizado rigurosamente controlado y provisto de una computadora, que ya está calibrado por los profesionales a cargo para devolver las proporciones de cada material según requerimientos pedidos.

El hormigón que se utiliza en obras, es fabricado en plantas hormigoneras y transportado en camiones hormigoneras, los cuales transportan aproximadamente 8 m^3 de hormigón y los aditivos que sean necesarios se agregan en obra. La proveedora del hormigón elaborado es la que consigue la trabajabilidad agregando aditivo plastificante y durante el camino a la obra el camión hormigonera va mezclando de forma de que llegue a destino con el asentamiento requerido para tal estructura, para nuestro caso el asentamiento requerido para los pilotes debe estar entre 15 – 20 cm.

Por lo que se pudo observar en la planta, los materiales se encuentran acopiados de forma muy organizada por el palero a cargo; el mismo controla que el material no se segregue y lo va removiendo cada tanto para controlar la humedad. A su vez éste cuenta con un control remoto con botones, que sirven para manejar la distribución de los materiales en cada una de las tolvas, las mismas cuentan con una balanza, en donde el palero descarga directamente el material con la pala cargadora y mediante un programa ya calibrado en donde se carga la fórmula del hormigón, decide la apertura de las compuertas de cada tolva, de forma de llegar al requerimiento deseado según el pedido que se haya realizado.

Del agua usada para la preparación del hormigón se puede decir que la extraen de una perforación propia y que la misma no es apta para consumo, debido a sus sales y a materia orgánica con la que puede llegar a contener.

Como conclusión de este seguimiento se pudo ver que la correcta provisión de cada uno de los materiales en sus correspondientes tolvas es de extrema responsabilidad del palero a cargo, abriendo y cerrando las compuertas de cada tolva, la planta cuenta con dos paleros, medio turno cada uno, que además tienen la responsabilidad de organizar a los camiones cuando ingresan a la planta para realizar la descarga; otra función importante es la de los técnicos que se encuentran en la oficina controlando que los materiales lleguen en la proporción adecuadas según requerimiento dado por la fórmula, lo cual se pudo ver en detalle el trabajo realizado por cada uno de ellos, en la computadora de cada técnico va mostrando la humedad de cada material y la cantidad de agua que se agrega para compensar o corregir según lo especificado, luego otro trabajo de importancia es la que siguen los laboratoristas en cuanto a los ensayos que le hacen al hormigón, ya sea ensayos de compresión, como de Abrams.

Esta empresa tiene amplia experiencia en distintas obras que se realizan en Córdoba y esto se vio reflejado en la seriedad, compromiso y dedicación en sus trabajos.



FIGURA 8: Planta de Hormiblock. Balanzas incorporadas en las tolvas.



FIGURA 9: Tanque donde se almacena el agua



FIGURA 10: Acopio de materiales.



FIGURA 11: Programa computacional de Hormi-Block.

La figura anterior muestra el programa computacional utilizado por Hormi-Block para que devuelva la fórmula según las proporciones que se requieren de cada componente.

5.6. ENSAYOS DEL HORMIGÓN EN OBRA:

Ensayo de cono de Abrams o ensayo del asentamiento: el objetivo de este ensayo es el de averiguar la trabajabilidad del hormigón, que se denomina asentamiento, esto se hace en todos los mixer que llegan a la obra.

- 1) Toma de muestras: las muestras deben extraerse directamente de la canaleta del mixer, en el momento de la descarga. El mixer durante el transporte debe venir realizando una agitación lenta, de lo contrario el hormigón puede fraguar y no lo podremos sacar. Al llegar

a obra lo debo agitar de 2 a 3 minutos, de forma de homogeneizar y al realizar la descarga tener buena uniformidad de la masa de hormigón.



FIGURA 12: Mezclado del hormigón.



FIGURA 13: Toma de muestra del mixer.

Antes de obtener una muestra representativa del camión hormigonera se debe mezclar bien de forma de homogeneizar la mezcla.

5.6.1. Cono de Abrams

Preparación de la superficie: se busca una superficie nivelada y lisa para poder apoyar la bandeja del cono, tanto el cono como la bandeja y varilla se lubrican para evitar la resistencia al deslizamiento al momento de retirar el cono.

Luego se apoya la bandeja metálica y sobre ella se apoya el cono pisándola con los dos pies y haciendo presión para abajo, de forma que el cono no se levante y se pierda hormigón. Luego se procede a realizar el llenado del cono con una cuchara, de la muestra obtenida directamente del mixer se rellena la primer capa del cono completando $1/3$ del volumen del cono y se compacta con la varilla 25 golpes, en forma de espiral de afuera hacia adentro o viceversa, esta varilla metálica

con punta roma ya está normalizada con un diámetro de 16 mm que corresponde con el tipo de molde utilizado que para este caso es de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro.

Luego se llena el cono hasta una segunda capa de aproximadamente $2/3$ del volumen del mismo y se compacta con otros 25 golpes de la varilla. Se debe atravesar la capa que se compacta y penetrar de 2 a 3 cm en la capa inferior, pero sin tocar el fondo.

Luego se llena el resto del cono dejando un ligero exceso de hormigón y compactando esta última capa con otros 25 golpes de la varilla, que debe penetrar en la segunda capa.

Luego se retira el exceso de hormigón enrasando con la misma varilla metálica, de modo que el cono quede perfectamente lleno y enrasado.

Luego se saca el molde con cuidado, levantándolo verticalmente con una fuerza continua, sin golpes ni vibraciones y sin movimiento lateral que puedan modificar la posición del hormigón.

A continuación se coloca el cono de Abrams, al lado del formado por el hormigón y se mide la diferencia de altura entre ambos con una cinta métrica, buscando la altura de la superficie media. Esta diferencia de alturas, es medida en centímetros, y define la consistencia del hormigón.

Para este caso lo que se desea verificar es el asentamiento que tiene el hormigón H21 para el llenado de los pilotes, por fórmula se tiene un asentamiento de 15 cm y lo aceptable es $18 \pm 2,5$ cm, no más de 20 cm como se debe contar con un hormigón que sea fluido de forma que pase por los caños que se utilizan para el llenado del pilote. El cono fue realizado para cada uno de los pilotes de las pasarelas.



FIGURA 14: Elementos a utilizar para realizar en el ensayo de asentamiento.



FIGURA 15: Humedecimiento de los instrumentos.



FIGURA 16: Superficie de apoyo.

Se debe obtener una superficie de apoyo lisa y horizontal.



FIGURA 17: Mezclado del hormigón.

El hormigón se mezcla antes de la descarga.



FIGURA 18: Toma representativa del mixer.

Se toma una muestra representativa usando una carretilla y se toma luego la temperatura.



FIGURA 19: Temperatura del hormigón.

Controlo la temperatura del hormigón y verifico que esté a menos de 32°. Se llena el cono en tres capas compactando cada una con 25 golpes como se mencionó antes.



FIGURA 21: Llenado del cono en capas.



FIGURA 20: Llenado de la segunda capa del cono.



FIGURA 22: Compactación.



FIGURA 23: Tercera capa, hasta dejar copete de hormigón.



FIGURA 24: Compactación de la tercera capa.



FIGURA 25: Enrasado con varilla metálica.



FIGURA 26: Retirar lentamente el cono.

Se deja de ejercer presión en el cono con los pies y se retira lentamente para poder medir el asentamiento.



FIGURA 27: Medición del asentamiento.

Mido la diferencia de altura media del hormigón y registro ese asentamiento. El asentamiento se mide desde el ras inferior de la varilla hasta la superficie media del cono del hormigón.

HORMI-BLOCK S.A.
hormigón elaborado

ADM. Y VTAZ. PLANTA SUR Nº 1: Av. Vélez Sarsfield 5501
Tel.: (0351) 424-8800 / 493-88591 - X5017NGA Córdoba

PLANTA NORTE Nº 2: Av. Mons. Pedro Cabrera (Cno. a Pampa Blanca) 5500
Tel.: (0351) 475-8808 - X5058LJZ Córdoba
e-mail: ventas@hormiblocksa.com.ar

NA RESPONSABLE INSCRIPTO

DOCUMENTO NO VALI
REMITO Nº 0037- 000
LUGAR Y FECHA DE EMISION: Córdoba 16/03/16

CUIT Nº: 30-59433310-8 - ING. BRUTOS: 270-541891
FECHA DE INICIO DE ACTIVIDADES: 01/08/1980

FECHA:	16/03/16	PLANTA:	PLANTA GAMA	PEDIDO:	1027	REMITO:	13562
CLIENTE:	E. ADELGADO SA - ALACAY				CÓDIGO:	10207	
UBICACIÓN:	NUDO VIAL - B. ROGGIO				Q.C.:	24569	
DIRECCIÓN DE ENTREGA:	AV. CARCANO Y COLON TROPE				MAPA:	BB26	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN				CANTIDAD	UNIDAD	
00E1	HZ1 MPA AS12.5 TM19 F+R EI				8.00	m3	

INSTRUCCIONES / OBSERVACIONES

AGREGADO DE AGUA EN OBRA

FIGURA 28: Recepción del remito.

Cuando se recibe el remito el mismo debe ser firmado por el encargado del laboratorio o por el jefe de obra.

Cada tipo de hormigón tiene un código, en este remito se especifican las características técnicas del hormigón. El remito viene por triplicado, una vez que el laboratorio obtiene la información que necesita lo lleva luego a la oficina técnica para la posterior certificación.

Al laboratorio lo que le interesa registrar es la fecha que dice ese remito, para poder identificar la serie de probetas correspondiente a dicho pilote, el horario que en que el hormigón sale de la planta, horario en que llega a la obra y el horario de inicio y final de la descarga. Luego esta información es volcada en la siguiente planilla.

Ese remito es usado luego por la oficina técnica para registrar y computar los metros cúbicos pedidos de hormigón y certificar en base a los mismos para su correspondiente pago a la empresa contratada encargada de prestar el servicio, para este caso Hormiblock.

5.6.1.1. Planilla para registro y control del hormigón que llega:

En la misma se detalla por parte del laboratorio las características del hormigón que llega a la obra de modo de llevar un registro para usarla como fuente de información cuando se necesite como fecha en que se realiza el pilote, el número de remito, la hora en que llega el camión a la obra, se registra la temperatura tomada en obra luego de la descarga del hormigón del mixer y el valor del asentamiento.

 BENITO ROGGIO E HIJOS S.A.				PLANILLA CONTROLES SOBRE HORMIGON FRESCO			
Gerencia de operaciones producción	Código:	OBRA: Distribuidor vial Tropezón			revisión	fecha	
		Comitente: Gobierno de Córdoba			0,00	01/04/2011	
Fecha:		Hormigón tipo:			Controló:		
Sector de obra:							
progresiva:							
Estructura a llenar							
Camión N°							
Remito N°							
Hora programada							
Hora Salida de Planta							
Hora Llegada a Obra							
Hora Inicio de Descarga							
Final de descarga							
Volumen (m3):							
Volumen acumulado							
Temp. H° (°C)							
Temp. Ambiente (°C)							
Hielo(kgs)							
Asent. Inicial (cm)							
Asent. Final (cm)							
Superfluidificante(Its)							
Probetas (cantidad)							
Hora de moldeo							
Volumen del tacho							
Peso hormigon (kgs)							
Peso unitario (kgs)							
contenido aire (%)							
Observaciones generales:							

Tabla 9: Planilla de control del Hormigón fresco.

5.6.2. Ensayos de Rotura a la Compresión

Se moldea una serie de tres probetas para cada pilote.

Este ensayo es el más importante que se realiza al hormigón, sirve para determinar la resistencia característica del hormigón puesto en obra alcanza el valor de la resistencia especificada por el proyectista. La resistencia del hormigón puede ser garantizada si las probetas para el ensayo por compresión son confeccionadas, protegidas y curadas, siguiendo métodos normalizados. De este

modo los ensayos de rotura por compresión sobre probetas normalizadas, sirven para determinar la calidad del hormigón.

- 1) El ensayo consiste en utilizar moldes indeformables de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, antes de llenar los moldes se debe verificar que estén colocados sobre una superficie horizontal y lisa.
- 2) Cada muestra se tomara de la canaleta de descarga del mixer.
- 3) Compactación con la varilla: la finalidad de compactar el hormigón en los moldes, es la de eliminar las burbujas de aire que están dentro de la masa de hormigón. Se debe usar una varilla normalizada con punta roma para compactar el hormigón.
- 4) Llenado de probetas: se procede al llenado de probetas, colocando el hormigón en tres capas de aproximadamente $1/3$ de la altura del molde, cada una. Una vez colocada cada capa se la compacta con 25 golpes de la varilla, uniformemente distribuidos sobre la superficie. En la primera capa los 25 golpes deben atravesarla, pero sin golpear el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercera capas se hace atravesando íntegramente cada una de ellas y penetrando aproximadamente 2 cm en la capa siguiente. El llenado de la última capa se hace con un exceso de hormigón.

Terminada la compactación de la capa superior, se golpean los costados de cada molde suavemente con una maza de goma para eliminar las burbujas de aire. Finalmente, se enrasa la probeta al nivel del borde superior del molde, mediante una llana de albañil, retirando el hormigón sobrante y trabajando la superficie hasta conseguir una cara perfectamente plana y lisa.

- 5) Mientras quedan en obra, las probetas deben dejarse almacenadas, sin desmoldar durante 24 horas, en condiciones de temperatura ambiente, evitando movimientos, golpes, vibraciones y pérdidas de humedad. El criterio utilizado es cubrir la serie de probetas con bolsas para evitar así la pérdida de humedad superficial.
- 6) Después de 24 horas de confeccionadas, las probetas se transportan al laboratorio con cuidado y se desmoldan para su identificación y curado. Durante el transporte y manipuleo, las probetas deben ir acondicionadas, para evitarles golpes.

El ensayo de compresión, se realiza en un laboratorio, a los 28 días de puesto el hormigón en obra. Cuando en obra se reciben los resultados, se evalúa si la resistencia característica del hormigón que hemos colocado alcanza la resistencia específica por el proyectista.

Cuando desmoldamos se marcan con tiza en cada probeta colocando: fecha, número de identificación es decir la ser y tipo de hormigón correspondiente.



FIGURA 30: Serie de tres probetas.



FIGURA 29: Muestra representativa de hormigón.



FIGURA 31: Compactación de la primera capa.



FIGURA 32: Golpes con maza de goma.

Primero se toma una muestra representativa de hormigón del camión que llega a la obra para moldear 3 probetas por cada pilote, luego compacto la primera capa en forma de espiral sin tocar el fondo como se muestra en las figuras y a cada capa le aplico golpes con una maza de goma para eliminar burbujas de aire, de tal forma que la masa de hormigón quede uniforme en cada capa. Se hace lo mismo para la segunda y tercera capa.



FIGURA 33: Compactación tercera capa.



FIGURA 34: Enrase con varilla metálica.



FIGURA 35: Identificación de las probetas en el pie de obra.

Como criterio para la identificación de las probetas se detalla en cada probeta de la serie: la fecha en que se moldearon, el asentamiento, tipo de estructura y tipo de hormigón.

En las figuras se muestra la protección de las probetas para evitar la pérdida superficial de humedad. Una vez fraguado el hormigón, posterior a las 24 hs, las probetas se transportan al laboratorio con cuidado.



FIGURA 37: Almacenamiento de las probetas.



FIGURA 36: Hormigón fraguado luego de de 24 hs.



FIGURA 38: Desmolde de probetas en el laboratorio.

Luego del desmoldar las probetas en el laboratorio, las marcamos con tiza para su identificación y las llevamos a una pileta de curado durante 28 días, para luego realizar el ensayo de compresión.

Después del llenado, se colocan los moldes sobre una superficie horizontal rígida, libre de vibraciones y de toda otra causa que pueda perturbar al hormigón.

Durante las primeras 24 +/- 8 h todas las probetas se almacenan protegidas de la intemperie bajo condiciones capaces de mantener la temperatura ambiente a $21^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C}$, evitando todo movimiento y pérdida de humedad. El curado se realiza en una pileta llena de agua manteniendo la temperatura mencionada anteriormente y en caso de encontrarnos en época de invierno al agua se le conectan resistencias.



FIGURA 39: *Probetas sumergidas en una pileta de curado e identificadas por serie.*



FIGURA 40: *Probetas luego de 28 días de curado.*



FIGURA 41: Encabezado con azufre y grafito.



FIGURA 42: Se calienta el producto hasta fundirlo.



FIGURA 43: Cara superior encabezada con mortero de azufre.



FIGURA 44: Repetir el procedimiento para la otra cara.

El encabezado de las probetas se hace para contar con un área uniforme y pareja a la hora de realizar el ensayo a compresión, de forma tal que haya una buena distribución de la carga.

5.6.2.1. Encabezado con mezcla de azufre:

Ese encabezado se puede hacer con una mezcla, formada por las siguientes proporciones: 95% de azufre, y 5% de grafito. Cuando el mortero se encuentra aún fundido, se coloca lentamente la probeta sobre la misma. En unos segundos el mortero solidifica, se remueve la probeta y se repite el procedimiento para la otra cara de la probeta. Se deja reposar unas horas y se procede al ensayo de compresión. Para este método de encabezado debe poseerse: las placas de alineación para cada tamaño de probeta a ensayar, un crisol que es el recipiente para fundir el azufre. Si inhala los cristales de grafito y azufre se pegarían a nuestro pulmón. Porqué se adoptan estas proporciones y no 50% de azufre y 50% de grafito porque la mezcla al solidificarse quedaría como una goma, de esta forma la mezcla que se obtenga no será débil y al endurecerse no se fracturará.

Para realizar este tipo de encabezado debemos adoptar medidas de higiene y seguridad correspondientes, como por ejemplo, la protección de los ojos mediante gafas herméticas con cinta ajustable a la cabeza, ya que al preparar este producto a una temperatura tan alta puede salpicar y quemarnos, además protección de las vías respiratorias mediante barbijos con filtros para la respiración, ya que al ser un producto tóxico y desprende vapor que nos puede afectar a órganos como los pulmones y las manos protegiéndolas con guantes porque estamos constantemente manipulando este producto.

5.6.2.2. Encabezado con placas:

Para este método se usa un par de discos de metal resistente a usos repetidos, empleando neopreno para cada tamaño de probeta a ensayar. Cada una de las dos placas de neopreno de un espesor de $\frac{1}{2}$ " y de diámetro un poco menor al disco metálico colocándolos dentro de los mismos. Con esto las probetas están listas para ser ensayadas a compresión.



FIGURA 45: Prensa para ensayar probetas.

Una vez encabezada la probeta y puesta en la prensa, se procede a arrimar la probeta con una palanca y luego, cuando adquiere un valor le comenzamos a aplicar la carga, esta irá aumentando hasta que llegue un momento en que disminuye y es ahí cuando se empiezan a notar las primeras fisuras.

La prensa con la que se cuenta en el laboratorio tiene un proceso de base manual, haciéndolo un sistema más confiable, debido que el avance de la prensa se realiza a velocidad constante. Esta prensa es eléctrica con un sistema de trabajo hidráulico y electromecánico.

Registramos el valor leído en la prensa, lo corregimos por un valor de calibración que depende de cada prensa en particular y verificamos si corresponde con la resistencia que debe tener el hormigón; en caso de que el hormigón no alcance la resistencia requerida que en este caso para un H21 sería de 21 MPa entonces puede ser que el hormigón no esté dosificado de forma uniforme en planta, que las balanzas de la planta no estén bien calibradas, que haya algún error en la fórmula. Para evitar esto se debe garantizar una correcta homogeneización en el mezclado a la hora de tomar muestras y esto se logra haciendo bien el batido en obra.



FIGURA 46: Discos metálicos y sobre ellos neopreno.



FIGURA 47: Rotura de la probeta.

5.6.2.3. Resistencia del hormigón:

Desde el punto de vista mecánico, la calidad del hormigón de una determinada clase o tipo, está definida por el valor de su resistencia característica de rotura a compresión σ'_{bk} correspondiente a la edad de los 28 días.

La resistencia del hormigón se determinará mediante ensayos de probetas cilíndricas normales de 15,0 cm de diámetro y 30,0 cm de altura, moldeados y curados según norma IRAM 1524, para condiciones de temperatura y humedad constante, y ensayadas a compresión hasta la rotura, según norma IRAM 1546.

Los hormigones de obra se clasifican en función de sus resistencias características, en clases de H-4 a H-47, en la que los números indican las resistencias características (σ'_{bk}), a la edad de 28 días, que deben obtenerse en los ensayos de control de calidad del hormigón en obra.

Se entenderá por resultado de un ensayo al promedio de las resistencias de las probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad.

Cálculo de la resistencia característica: se emplearán todos los resultados disponibles correspondientes a la misma clase de hormigón y edad de ensayo. No se eliminará resultado alguno salvo que durante las etapas de extracción de muestras y de moldeo, curado o ensayo de las probetas se hayan cometido errores groseros.

5.6.2.3.1. Cálculo de la resistencia media de la serie de tres resultados consecutivos de ensayo:

Si se designa con: σ'_{b1} , σ'_{b2} , σ'_{b3} , σ'_{b4} , σ'_{b5} , σ'_{b6} a los resultados consecutivos correspondientes a los ensayos de resistencias realizadas, la resistencia media correspondiente a cada serie de tres ensayos consecutivos, para todas las series que puedan formarse con los resultados disponibles, serán:

$$\sigma'_{bm1} = \frac{\sigma'_{b1} + \sigma'_{b2} + \sigma'_{b3}}{3}$$

$$\sigma'_{bm2} = \frac{\sigma'_{b2} + \sigma'_{b3} + \sigma'_{b4}}{3}$$

$$\sigma'_{bm3} = \frac{\sigma'_{b3} + \sigma'_{b4} + \sigma'_{b5}}{3}$$

Son las resistencias media característica para cada serie correspondiente de pilote.

Cada resultado de ensayo es el promedio de las resistencias de las probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayado a la misma edad.

Cada prensa tiene su propia calibración:

Para una probeta con:

$$\Phi = 15 \text{ cm}$$

$$A = 176,71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Lectura}}{\text{Sección de la probeta}}$$

Donde la resistencia está dada en kg/cm^2 y según la nueva tecnología del hormigón, se tiene que:

$$\text{MPa} = \frac{\text{Lectura}}{\text{Sección} \times 10,2} \times 100$$

Siendo 10,2 un factor según CIRSOC.

Según CIRSOC los ensayos mínimos de aceptación del hormigón que debe someterse en obra son:

Sobre hormigón fresco:

- Asentamiento del hormigón fresco según IRAM 1536
- Contenido del aire del hormigón fresco de densidad normal IRAM 1602 o 1562.
- Temperatura del hormigón fresco en el momento de su colocación.

Sobre el hormigón endurecido:

- Resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón endurecido.

5.6.2.4. Registro de cada pilote según fecha que se realiza:

Probeta N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad Ensayo Días	Sección [cm ²]	Carga de Rotura ind. [KG.]	Tensió n Individ ual [MPa.]	Result. ensayo [MPa.]	Tipo de H°	Sector de Obra / Estructura ejecutada	Rto. N°	Vol. Camió n [m ³]	Vol. de Horm [m ³]	Asent. [cm]	
													Inicia	Final
0001	25-02-16	24-03-16	28	176,71	47220	26,2	26,6	H- 21	Pasarela: Pilotes 4-5-14	13299	8,0	8,0	19,0	19,0
0001	25-02-16	24-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						
0001	25-02-16	24-03-16	28	176,71	47220	26,2		H- 21						
0002	26-02-16	25-03-16	28	176,71	44250	24,6	26,1	H- 21	Pasarela: Pilotes 10-11	13315	8,0	8,0	19,0	19,0
0002	26-02-16	25-03-16	28	176,71	44250	29,1		H- 21						
0002	26-02-16	25-03-16	28	176,71	44250	24,6		H- 21						
0003	26-02-16	25-03-16	28	176,71	59190	32,8	31,4	H- 21	Pasarela: Pilotes 15-PR2	13322	6,0	6,0	18,0	18,0
0003	26-02-16	25-03-16	28	176,71	59190	32,8		H- 21						
0003	26-02-16	25-03-16	28	176,71	59190	28,6		H- 21						
0004	27-02-16	26-03-16	28	176,71	47220	26,2	26,6	H- 21	Pasarela: Pilotes 13	13328	4,0	4,0	18,0	18,0
0004	27-02-16	26-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						
0004	27-02-16	26-03-16	28	176,71	47220	26,2		H- 21						
0005	29-02-16	28-03-16	28	176,71	49200	25,8	26,4	H- 21	Pasarela: Pilotes 17-12	13347	8,0	8,0	18,0	18,0
0005	29-02-16	28-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						
0005	29-02-16	28-03-16	28	176,71	47220	26,2		H- 21						
0006	01-03-16	29-03-16	28	176,71	59190	32,8	29,9	H- 21	Pasarela: Pilotes PR1-1-2	13359	7,0	7,0	20,0	20,0
0006	01-03-16	29-03-16	28	176,71	59190	32,8		H- 21						
0006	01-03-16	29-03-16	28	176,71	43260	24,0		H- 21						
0007	02-03-16	30-03-16	28	176,71	44250	24,6	23,3	H- 21	Pasarela: Pilotes 6	13376	6,5	6,5	18,0	18,0
0007	02-03-16	30-03-16	28	176,71	44250	24,6		H- 21						
0007	02-03-16	30-03-16	28	176,71	37320	20,7		H- 21						
0008	02-03-16	30-03-16	28	176,71	48210	26,7	27,1	H- 21	Pasarela: Pilotes	13383	7,0	7,0	20,0	20,0
0008	02-03-16	30-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						
0008	02-03-16	30-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						
0009	03-03-16	31-03-16	28	176,71	49200	27,3	27,3	H- 21	Pasarela: Pilotes	13391	8,0	8,0	19,0	19,0
0009	03-03-16	31-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						
0009	03-03-16	31-03-16	28	176,71	49200	27,3		H- 21						

Tabla 10: Registro de las probetas a ensayar.
5.7. ARMADURA

El cálculo de la armadura estructural fue realizado por un estudio que se dedica a esto, la tarea de la oficina técnica fue computar la cantidad de hierro (tn) necesaria para construir los pilotes de cada pasarela, para luego realizar la certificación del pedido, considerando la armadura no solo de los pilotes, sino también de los cabezales.

El tipo de acero que se utiliza para la armadura del pilote debe ser un ADN 420 o superior, soldable. La armadura fue pedida al proveedor ya cortada y doblada, no por motivos económicos porque sería más cara cuando se pide cortado y doblado, sino por cuestiones de plazos, ya que si se pedían las barras para cortarlas y doblarlas en obra se tardaría más tiempo en llegar el pedido y la urgencia en la construcción de las pasarelas por los accidentes ocurridos y porque se acercaba el ciclo lectivo, así lo ameritaba.

La armadura estructural, estará compuesta por barras de acero conformado de acero natural con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm² soldable (ADN 420 S) cumpliendo con las especificaciones U500- 207 IRAM- IAS.

Pedido:

A la empresa que se encarga de proveerle a la obra la armadura ya cortada y doblada, la oficina técnica le envía planillas y/o planos con detalle de armadura que especifica la posición, mix de diámetros, tiempo de ejecución de la obra y consumo de acero, para que puedan prestar su servicio.

El acero cortado y doblado es la manera más rápida y eficaz de resolver las armaduras para estructuras de hormigón armado en cualquier tipo de proyecto.

El servicio que ofrece provee: la entrega en obra, según planillas y/o planos dados por la oficina técnica de la obra, según con los cronogramas de trabajo que se desea y son entregadas en paquetes individualizados e identificados.

El rango de diámetros disponibles para un tipo de acero ADN 420: 6-8-10-12-16-20-25-32-40. Fabricados según la norma IRAM- IAS U500-528.

A continuación se muestra una planilla ejemplo para la cual se basa el pedido de armadura:

A su vez el requerimiento de la armadura es calculada por otro estudio, lo que hace la oficina técnica de la obra es enviarle dicha planilla al proveedor de la armadura.

Este proveedor cuenta con un programa que realiza automáticamente el cortado y doblado de cada barra.

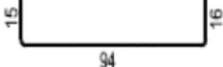
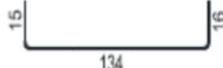
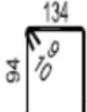
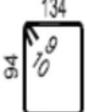
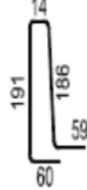
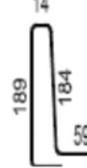
OBRA:				PLANO	HOJA		
PASARELA PEATONAL N°1 CALLE CARCANO-TROPEZON				06	2/3		
				Rev.		2	
ARMADURA DE:				CANTIDAD ELEMENTOS	1 DE C/U		
POZOS P111-P112-P113							
POS	DIAM	CANT	LONG. CORTE (cm)	FORMA (Medidas en cm)	LONG TOTAL (m)	PESO POR METRO	PESO TOTAL (Kg)
1	20	12	1095		131.4		324.6
2A	8	1	1935		19.3		7.6
2B	8	1	5698		57.0		22.5
3	6	14	125		17.5		3.9
4	6	14	165		23.1		5.1
5	12	8	475		38.0		33.7
6	8	13	475		61.8		24.4
7	12	8	510		40.8		36.2
8	10	8	505		40.4		24.9

Tabla 11: Planilla de armadura

Se muestra una planilla modelo que se le envía al proveedor con fin de solicitar el pedido de armadura cortado y doblado según requerimientos. Esta planilla corresponde a uno de los pilotes de la pasarela 2.

5.7.1. Identificación:

Los productos llegan con tarjetas de alta resistencia al manipuleo propio de la obra, facilitando la identificación de las piezas durante su movimiento.



FIGURA 48: Identificación de cada paquete de armadura.

Tipos:

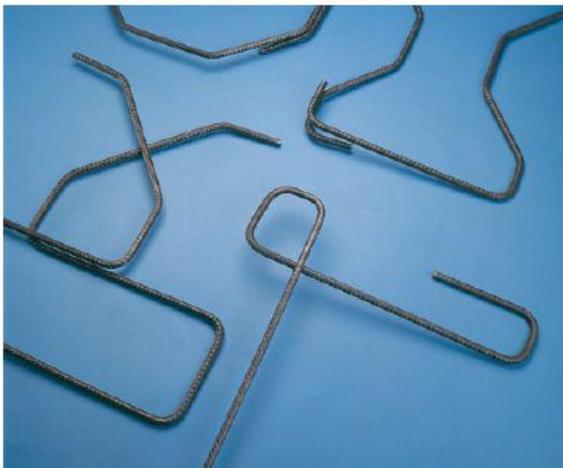


FIGURA 49: Cortado y doblado de armaduras.

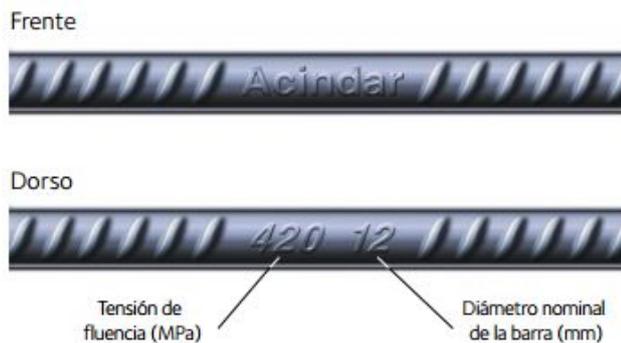


FIGURA 50: Barras de acero para H^A.

5.7.2. Ventajas y Beneficios del cortado y doblado:

- Cero desperdicio: usualmente existe un desperdicio que varía entre un 5% y un 10%, de esta forma se paga el peso teórico de la planilla.
- Menores costos de producción.

- Menor costo financiero: normalmente el material en barra se mantiene en acopio unas tres semanas antes de ser usadas. Si se le suma una semana de gestión de compras y otra más para el cortado y doblado en obra el proceso dura cinco semanas. Al contratar este servicio la factura se emite el mismo día que se entrega el material en obra, es decir 5 semanas más tarde que si se cortara y doblara en obra.
- Eliminación del acopio: el material se pide solo cuando se precisa, programando las entregas según cronograma de hormigonado de la obra. Con esto se logran menores costos financieros, ya que llegan a obra listo para ser armado.
- Mayor elasticidad de la entrega: se puede reprogramar las fechas de entrega en caso de lluvias o modificar el ritmo para cumplir con las especificaciones.
- Dado que el cortado y doblado se resume a solicitar el material en función de las planillas y/o planos, se elimina el manipuleo de barras de 12 m disminuyendo la posibilidad de accidentes y hurto de barras.

Barras de acero para hormigón armado:

Las barras de acero de dureza natural, fabricadas según norma IRAM-IAS U500- 528 designación ADN420, obtienen sus propiedades mecánicas a partir de su composición química. En la producción de aceros se emplea un proceso metalúrgico que provee una calidad superior en toda la producción, superando exigencias impuestas por las normas y satisfaciendo requerimientos de la industria de la construcción. Si se requiere un acero de dureza natural con características especiales de soldabilidad se debe suministrar un acero ADN 420 S.

5.7.3. Control de recepción:

Cuando la armadura llega a la obra viene con una identificación que incluye un código y características de la armadura, a su vez cuenta con un troquelado que sirve como control propio para la obra.

El control que se realiza en el momento que la armadura llega a la obra no es tan riguroso, se realiza una inspección visual de forma de corroborar que el material que llega coincida con el remito que envía el proveedor. Si en el obrador se contara con una balanza se podría pesar cada material entrante y corroborar que los kg de la balanza coincida con el remito e identificación de cada paquete. Resulta complicado controlar la cantidad y longitud de cada armadura del paquete.

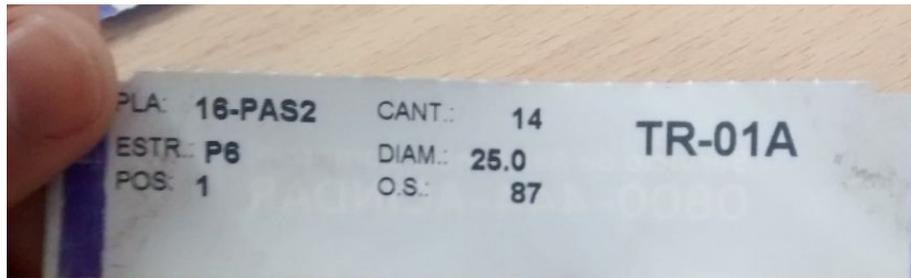


FIGURA 51: Troquelado de armadura.



FIGURA 52: Paquetes de armadura.



FIGURA 53: Identificación y recepción de armadura.

Cuando la armadura llega a la obra lo hace en forma de paquetes contando con un troquelado para su correspondiente identificación, esta información la registramos y almacenamos en la oficina técnica para control interno. La armadura se almacena en el taller de la obra que es donde se va a armar, esto es para evitar que trasladarlas a grandes distancias y que los operarios realicen malos esfuerzos.

5.7.4. Proceso constructivo:



FIGURA 54: Se ubican los distintos apoyos para las barras longitudinales.



FIGURA 55: Se colocan los aros rigidizadores.

Aros rigidizadores: son anillos circulares que aseguran la posición de las barras longitudinales. Se colocan aceros longitudinales que rodean a los aros rigidizadores.

Luego a las barras longitudinales se le realizan marcas con tizas para posicionar las vueltas del zunchado según planos proporcionados por la oficina técnica.

Se coloca luego el zunchado en estas marcas y se amarra primero con alambre para después ser soldado, para que al trasladarlas ya armadas no se desarmen.



FIGURA 56: Barras longitudinales que rodean a los aros rigidizadores.



FIGURA 58: Aros rigidizadores.



FIGURA 57: Marcado de las barras con tiza para las vueltas del zunchado.



FIGURA 59: Colocación del zunchado.



FIGURA 60: Atadura con alambre y posterior soldado.



FIGURA 61: Raviolos que aseguran un recubrimiento de la armadura.

Raviolos: son tubos o caños de PVC de 110 mm de diámetro que se colocan de forma de asegurar un cierto recubrimiento de la armadura con hormigón de 5 cm, de forma tal que permita proteger a la armadura del contacto directo con el suelo. Para la construcción de estos raviolos, se cortan tramos de caño y se rellenan con un mortero cualquiera dejando en el centro un espacio para el paso de la armadura colocando en el centro una manguerita, se colocan cada 2 o 3 m.

Para la construcción de la armadura de los pilotes se le provee al contratista de planillas detallando diámetro y longitud.

A continuación se muestra una de las planillas que se le provee a la persona encargada en el armado de la armadura, en esta se muestra la dimensión de las barras longitudinales y del espiral o zunchado para que las barras no se separen, se indica además la cantidad de vueltas a lo largo del pilote y la separación entre vuelta y vuelta.

En este caso, por ejemplo, el zunchado se indica con una separación de 10 cm entre vuelta y vuelta, con 12 vueltas y un diámetro de 8,00 mm.

Luego al final de cada planilla se hace una tablita resumen de los diámetros de las barras y cantidad en kg de hierro.

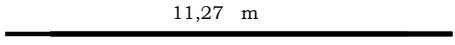
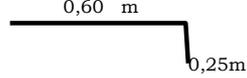
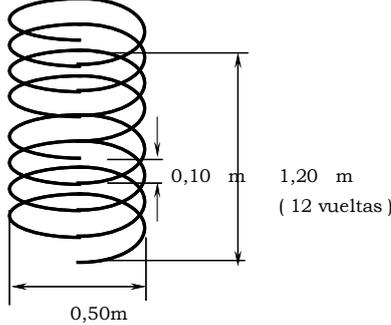
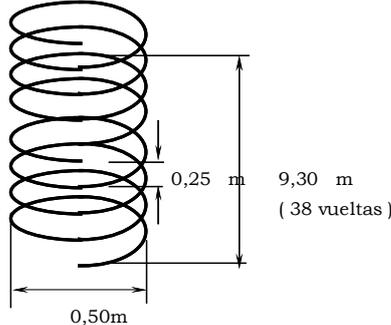
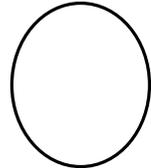
TIPO Y FORMA DE LOS HIERROS	Partes iguales	Φ	L emp	Peso unit. [Kg/m]	Long de Corte [m]	Cant	Peso total [Kg]
	2	25		3,853	11,27 m	12	Kg 1.042,2
	2	25		3,853	0,85 m	12	Kg 78,60
	2	8	0,40 m	0,395	19,25 m	1	Kg 15,2
	2	8	0,40 m	0,395	61,29 m	1	Kg 48,4
 $\phi = 0,45m$	1	20		2,466	1,42 m	4	Kg 14,01

FIGURA 62: Planilla de Cortado y Doblado, pilotes P1-P3 de la PPN^o2.

Resumen	Φ	Peso Total kg
	6	Kg 17,65
	8	Kg 112,51
	10	Kg 193,12
	12	Kg 143,64
	16	Kg -
	20	Kg 14,01
	25	Kg 1.120,76
	total	Kg 1.601,70

Tabla 12: Tabla resumen de armadura.

5.7.5. Cabezales

Es un elemento de transición entre la infraestructura y la superestructura. Sirve para vincular las columnas de la pasarela con la fundación y transmitir así la carga axial al terreno que será capaz de absorberla.

En el pilote se dejan los pelos longitudinales de acero que sirven para vincular el pilote con el cabezal.

Se planteó la construcción de un cabezal por pilote, y la forma que trabaja el cabezal es transfiriendo la carga de compresión que viene de la superestructura de forma directa hacia el terreno, aunque más adelante se detalla un caso distinto de cabezal que comprende dos pilotes transmitiendo la carga al suelo a 45°, es decir trabajando como dos bielas a compresión, esto surge como solución por parte del proyectista, debido a que se presentaron algunos inconveniente en la obra.

El tipo de cabezal que se diseñó es un cabezal especial porque se construyó un noyo con una altura de 1,20 m y una altura del cabezal de 0,80 m, las dimensiones del cabezal son de 1,00 m por 1,40 m.

Los cabezales se deben diseñar para resistir los efectos de las cargas axiales, corte y momentos aplicados. A la fundación se debe transmitir el momento flector que existe en la base de la columna o cabezal.

En la parte de los anexos se presenta una planilla que se le da al subcontratista para realizar la construcción de los mismos y además se adjunta el plano de detalle del cuenco.

5.8. OPERACIONES PREVIAS A LA EJECUCION DE PILOTES

Fases de ejecución:

- 1) Excavación.
- 2) Limpieza del fondo del pilote.
- 3) Introducción de la armadura.
- 4) Hormigonado desde el fondo mediante tubo Tremie.
- 5) Pilote terminado.

5.8.1. Topografía

Para la ejecución de los pilotes se dispondrá de una superficie horizontal y libre de obstáculos. La superficie de trabajo estará adecuadamente compactada y drenada para evitar encharcamientos por lluvia.

Previamente a la ejecución de pilotes se deberán conocer todas las interferencias que puedan afectar al área de trabajo. Antes de proceder a la perforación se deben eliminar todos los elementos enterrados, como canalizaciones, raíces que puedan afectar al área de trabajo.

Como la construcción de las pasarelas demandaba urgencia, no se contó con el tiempo suficiente para relevar en detalle, mediante cateo, todos los servicios e interferencias que pasaban por la zona de trabajo, por lo tanto el estudio de las interferencias no fue muy detallado por los plazos con los que se contaba.

Lo primero que se hace antes de comenzar con la tarea de excavación es hacer un replanteo y preparación del terreno.

Para esto, en base a la planta de fundación se marcan los ejes en donde van a ir los pilotes, que sirven de apoyo de la pasarela.

Se utilizó la estación total para el replanteo de los puntos y colocando una estaca en el centro donde iba a ir el pilote, marcando puntos equidistantes para centrar la entubación.

Se debía garantizar:

- Preparación de áreas de acceso y de trabajo adecuada para la circulación de vehículos pesados, y mantenimiento de las mismas, incluyendo como se mencionó anteriormente la remoción de obstáculos que dificulten la correcta circulación.
- Replanteo de los pilotes y verificación de su ubicación, remoción de obstáculos que dificulten la correcta ejecución de los pilotes.



Replanteo del centro del pilote y materializado con estaca.

FIGURA 63: Tarea de topografía. Se indica el centro de la excavación.



FIGURA 64: Posición de la máquina pilotera.

La máquina pilotera debe posicionarse entre las estacas marcadas para evitar excentricidades y garantizar durante la excavación el diámetro proyectado del pilote.

5.8.2. Proyecto de Fundaciones

El proyecto de fundaciones consta de 14 pilotes para la Pasarela 1 y 16 pilotes para la Pasarela 2, el cálculo fue realizado por INGROUP que se subcontrató para el diseño de las fundaciones.

La cota teórica de fundación fijada oscila entre los 12,00 m a 13,00 m medidos desde la cota 0,00 m. En función de los datos aportados por el estudio de suelo, se aclaró que la cota de fundación podrá sufrir variaciones más o menos, en algunos puntos del terreno, por la variación del horizonte de apoyo o que la cota real de fundación a la que se llegue en el estrato de arena, no coincida con la cota teórica de fundación.

5.9. TAREAS REALIZADAS EN OBRA

Introducción:

Para la ejecución de los pilotes la empresa contrató a INFUSA para que realizaran este trabajo, el cuál consistió en: el suministro, provisión y transporte de equipos y mano de obra necesaria para la ejecución del pilotaje de:

- 1) Pasarela 1 sobre Avenida Cárcano: Son 11 pilotes de 0,6 m de diámetro, profundidad media de excavación 13 m y se debe verificar 1 metro de penetración en el estrato 2- arena limosa con grava, con una longitud media del hormigonado de 11 m.
- 2) Pasarela 2 sobre Av. Ejército Argentino: Son 11 pilotes de 0,6 m de diámetro con una profundidad media de excavación de 12,4 m y se debe verificar 1 metro de penetración en el estrato 2- arena limosa con grava, longitud de hormigonado media de 10,4 m.

5.9.1. Excavación:

Las tareas de excavación fueron realizadas también por INFUSA, para lo cual las especificaciones técnicas de la maquinaria utilizada se detalla a continuación: es un camión Mercedes Benz ATRON 1720, con una perforadora MWMD229-4 cilindros 73 HP a 2600 r.p.m.

Además de la propia excavación, la retroexcavadora debía generar medios de circulación para el camión pilotera y para permitir un acceso adecuado al camión mixer que llegaba, para proveer el hormigón. Se requería de la ayuda de la Bodcat S160 para ir acomodando el suelo y dejando el terreno en condiciones para seguir con las demás tareas.

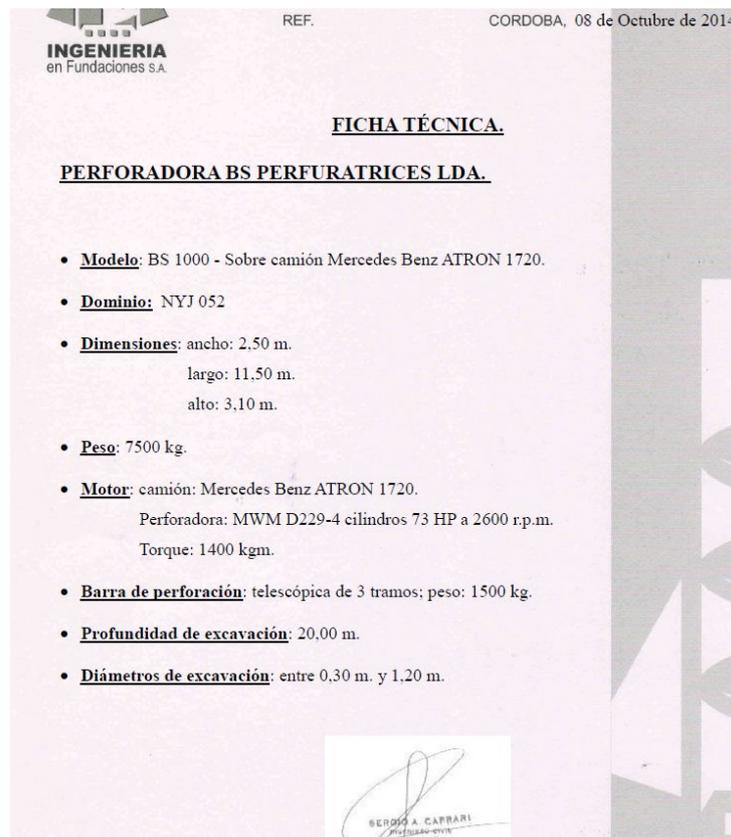


FIGURA 65: Especificaciones técnicas de la máquina pilotera.

Se eligió contratar a Infusa como la empresa a cargo de realizar las tareas de excavación luego de haberse comparado los costos de otras empresas. Infusa no solo que ofreció el menor costo para la ejecución de los pilotes, sino que también estaba disponible en el momento y plazo que requerido; el consorcio era el encargado de proveerle los materiales como: hormigón y armadura.

Antes de cada excavación se utilizó una retroexcavadora para un terreno en condiciones para que la máquina pilotera realice su trabajo y al finalizar la excavación se utiliza una bodcat para dejar el terreno en condiciones.



FIGURA 66: Retroexcavadora trabajando.



FIGURA 67: Acondicionamiento del terreno.



FIGURA 68: Máquina pilotera.



FIGURA 69: Bodcat.



FIGURA 70: Mástil de la máquina pilotera.



FIGURA 71: Excavación.



FIGURA 72: Verificación de que llegó al Estrato 2.

La perforación se hará en seco, debido a que la cota a la que se encuentra el nivel freático está alejada a la cota de fundación.

Procedimiento:

La máquina pilotera realiza la perforación mediante mechas de distintas dimensiones, para realizar la perforación, por ejemplo del pilote de 0,8 m de diámetro primero se perfora con una mecha de 0,6 m y luego se agrega la de 0,8 m.

La máquina cuenta con un nivel adentro de la cabina, que nivela horizontalmente, de forma que la pilotera quede alineada horizontalmente respecto a la superficie del terreno y luego utiliza una plomada para aplomar verticalmente el mástil, apoyando los gatos traseros y delanteros que hacen que la máquina se mantenga firme en el terreno.

Luego con la estación total se verifica que no quede ningún tipo de excentricidades, porque de estos apoyos va a depender que las columnas de las pasarelas estén correctamente posicionadas, para trabajar de forma correcta.



FIGURA 74: Toma de muestras para analizar en laboratorio.



FIGURA 73: Almacenamiento del suelo extraído.

Se extraen muestras de suelo del fondo de la perforación para luego analizarlo en el laboratorio y realizarles ensayos tanto de granulometría como de plasticidad y de forma de identificar el tipo de suelo y verificar la cota de fundación.

Los resultados de cada ensayo se registran en la siguiente planilla:

OBRA: Distribuidor vial Tropezon (Pasarela 2)
CLASIFICACION DE SUELOS - NORMA VN - E4 - 84

MATERIAL:		Suelo de fundacion Pilote				
Prof.:	13.66 m	Cota:	449,50			
1.- GRANULOMETRIA - Norma de aplicación: VN-E1-65						
				Peso seco inicial =	1455,0 gr.	
Tamiz (Pulgadas)	Tamiz (mm)	Retenido (gramos)	Pasante (gramos)	% que pasa		
N°10	2,00	500,0	955,0	65,6		
N°40	0,425	688,0	267,0	18,4		
N°200	0,075	145	122,0	8,4		
2.- ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO - Norma de aplicación: VN-E2-65						
Punto N°	Pesafiltro + suelo humedo	Pesafiltro + suelo seco	Tara del pesafiltro	Humedad	N° de golpes	L.L.
				#iDIV/0!		#iDIV/0!
NO PLASTICO						
PROMEDIO						#iDIV/0!
3.- ENSAYO DE LIMITE PLASTICO - Norma de aplicación: VN-E3-65						
Punto N°	Pesafiltro + Suelo humedo	Pesafiltro + Suelo seco	Tara del pesafiltro	Humedad	L.P.	
				#iDIV/0!		
PROMEDIO						
4.- INDICE DE PLASTICIDAD						
5.- INDICE DE GRUPO						
6.- CLASIFICACION DEL SUELO						

Tabla 13: Clasificación del suelo.

Del estudio de suelos analizado en el laboratorio se concluyó que se trata de un suelo no plástico arenoso, es decir que la cota de fundación coincide con la cota teórica.

5.9.2. BAJADA DE LA ARMADURA:

Una vez alcanzada la cota de fundación y realizada la limpieza del interior de cada pozo para que no quede material suelto, controlando además que las dimensiones del pilote sean las adecuadas,

y cuidando el centrado de la misma se bajará la armadura con sus correspondientes separadores y se la posicionará en su lugar, tratando en todo momento de mantener su verticalidad la cual estará relacionada con el recubrimiento para la pieza de hormigón armado (pilote), según lo indiquen las especificaciones del calculista.

La armadura se suspenderá una distancia máxima de 0,3 m respecto al fondo de la perforación y se dispondrá bien centrada y sujeta en la boca del pozo.

En el momento en que se realiza la bajada de la armadura, se requiere de la ayuda de dos personas experimentadas. La armadura se engancha a la máquina por medio de grilletes para lograr su descenso.



FIGURA 75: Ascenso de la armadura.



FIGURA 76: Izado de la armadura.



FIGURA 77: Descenso de la armadura.



FIGURA 78: Raviolos cada 2 m o 3 m.

Estos raviolos son colocados como se mencionó antes para evitar el contacto entre el suelo y la armadura.

5.9.3. LLENADO DEL PILOTE CON HORMIGÓN

Lo primero a tener en cuenta es que el hormigón se debe efectuar tan pronto como sea posible una vez el pilote haya sido excavado y bajada la armadura.

El sistema a adoptar va a depender de las características del suelo a usar: para el caso de hormigonado en seco, se utilizarán tubos para evitar disgregamientos de hormigón.

Se aplicará el sistema tremie y así por el interior de la armadura se bajarán tuberías en tramos acoplables, roscados y sellados hasta el fondo de la perforación. La parte inferior del tremie o de la manguera deberá estar siempre por debajo de la columna de hormigón para asegurar que penetre bien, **garantizando 1,50 m**, es por esto que no conviene retirar el tubo.

Aquí cabe remarcar la gran importancia de que la dosificación del hormigón sea para asentamiento de 15 a 18 cm (medido en el cono de Abrahams), con árido mediano, logrando un libre deslizamiento en el interior de la tubería y un buen acomodamiento contra las paredes laterales y estribos de la armadura.

Además, durante el proceso de hormigonado de cada pilote, se deberá poner el mayor cuidado posible en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud con su sección completa, sin vacíos, ni bolsas de aire.

El hormigonado del hormigón se deberá realizar de forma continua, sin interrupción alguna, de modo que, entre la introducción de dos masas sucesivas, no pase tiempo suficiente para la iniciación del fraguado. Si, por alguna avería o accidente, esto no se cumpliera, el ingeniero a cargo de la obra decidirá si el pilote se puede considerar válido y terminarse, o no.

5.9.3.1. HORMIGONADO CON TUBO TREMIE

El método Tremie, de llenado por flujo inverso, se usa en el hormigonado de elementos estructurales como pilotes. Con este procedimiento el hormigón se coloca en un tubo vertical de acero, cuyo extremo superior tiene la forma de embudo. El extremo inferior del tubo se mantiene sumergido en hormigón fresco.

El hormigón es volcado de forma continua usando la bandeja del mixer o camión hormigonera. Dicho tubo es colocado por tramos de varias longitudes para su mejor acoplamiento a la profundidad del elemento a hormigonar, el mismo está provisto de un embudo en su parte superior y de elementos de sujeción y suspensión. Se utilizan trabas que permiten bloquear cada una de las partes ensambladas.

El tubo debe llegar hasta el fondo de la perforación antes de iniciarse el vertido del hormigón y asegurar un buen contacto entre el hormigón y el fondo de la perforación. A continuación se muestra el embudo por donde ingresa el hormigón, este va roscado a la parte superior del tremie; luego se

cuenta con una tapa roscada con gancho que se coloca en la parte superior para desplazar cada tramo del tubo por la pilotera, usando un grillete.



FIGURA 79: Tubos tremie para hormigonar.



FIGURA 81: Embudo.



FIGURA 80: Tapa roscada con gancho.



FIGURA 82: Ensamble de los tubos.



FIGURA 83: Levantamiento del tubo tremie usando grillete.



FIGURA 84: Descenso del tubo tremie.

Bandeja que va trabando los caños para que no descendan.



FIGURA 85: Momento de llenado de los pilotes.

En el momento del llenado de los pilotes, para el pilote que se encuentra en frente de la Shell (Pilote N°8) se recurrió al llenado con camisa recuperable los primeros metros, esto se debe a que el suelo en los primeros tramos se encontraban en estado podrido haciendo que el suelo se desmorone, la camisa que se usa es de hormigón y tiene una longitud de 3,30 m de largo, los metros restantes se hormigonaron de la misma forma que se hicieron el resto de los pilotes, a través del método tremie.



FIGURA 86: Camisa recuperable.



FIGURA 87: Colocación de la camisa.



FIGURA 89: Colocación de la armadura.



FIGURA 88: Llenado del pilote.



FIGURA 90: Penetración tubo tremie en el hormigón.



FIGURA 91: Limpieza del tubo tremie.

5.9.4. INSPECCION DEL PILOTAJE:

El ingeniero a cargo de la obra deberá encargarse de confeccionar un parte de trabajo de cada pilote; en el que figura:

- Fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la entubación.
- Profundidad total alcanzada por la entubación y por el pozo.
- Diámetro y volumen del pozo.
- Longitud y constitución de la armadura.
- Profundidad hasta la que se haya introducido la armadura.
- Profundidad del nivel de la superficie del agua en el pozo al comienzo del hormigonado.
- Ubicación, o no, del trepano, indicando, profundidad, peso y tiempo de empleo.
- Relación de, volumen de hormigón-altura alcanzada.
- Fecha y hora de comienzo y terminación del proceso de hormigonado.
- Volumen de hormigonado introducido dentro del pozo.
- Relación entre volumen del pozo y volumen del hormigón introducido en el mismo.

Resumen:

A modo de cierre, en esta sección se expresa una síntesis de lo expuesto en el capítulo. En la primera parte se desarrolló todo lo referido a la Metodología de excavación general del terreno, distinguiendo las distintas etapas.

Por último, se presentó la metodología constructiva completa de un Pilote.

5.9.5. EJECUCIÓN DE CABEZALES:

Una vez hormigonado el pilote, el mismo debe ser tapado y señalizado correctamente, durante el tiempo en que dura el fraguado, para evitar cualquier tipo de accidente.

Luego, se procede a construir los cabezales que sirven de transición entre la superestructura (pasarela) y la infraestructura (pilotes).

Debido que después del fraguado la superficie hormigonada del pilote queda levantada, se debe picar el excedente de hormigón con martillo neumático que tiene una mecha de 25 mm de diámetro y la energía eléctrica es provista con un grupo electrógeno, que también es utilizado para luego soldar las escuadras a los pelos longitudinales que fueron dejados en el pilote con el fin de vincular la columna al pilote. El propósito de dejar estas escuadras es para que el pilote no trabaje en punta.



FIGURA 92: Picado del hormigón con martillo neumático.



FIGURA 93: Soldado de las escuadras.

Después de haber soldado las escuadras a los pelos longitudinales del pilote, se procede a realizar una base de asiento, con hormigón de limpieza o H8, esta base se deja alrededor del pilote y no sobre el mismo, ya que la fundación se hizo con un hormigón H21, es para no cortar el hormigón. Tiene un espesor de 10 cm y deja una superficie uniforme.



FIGURA 94: Hormigón H-8.



FIGURA 95: Superficie de hormigón terminada.

Luego se procede a colocar la armadura correspondiente para armar el cabezal, para esto los subcontratistas se basan en los planos o planillas que le proveemos desde la oficina técnica, en los que se detallan las dimensiones de cada armadura.



FIGURA 96: Armadura de cabezales.



FIGURA 97: Encofrado y hormigonado del cabezal.



FIGURA 98: Verificación de la centralidad con la plomada.

Una vez armado el cabezal, se realiza el encofrado para luego hormigonarlo con hormigón del tipo H21. El hormigonado se realiza en dos etapas, ya que de lo contrario la columna de hormigón formada en el cabezal tendería a levantarlo y esto no puede suceder ya que cualquier modificación en alguna medida afectaría a la superestructura, es por esto que se decide hormigonar en dos etapas y luego verificar que los ejes del pilote coincida con el eje del cabezal garantizando que no haya ninguna excentricidad. Esto se verifica con plomada.



FIGURA 99: Encofrado y hormigonado del cabezal.



FIGURA 100: Vibrado del cabezal.

El proceso de vibrado del hormigón consiste en someter al hormigón fresco, inmediatamente luego de ser vertido en encofrados, a vibraciones de alta frecuencia por medio de aparatos llamados vibradores que funcionan con electricidad, los cuales producen una reducción de la fricción interna. Con este procedimiento la mezcla de hormigón adquiere una consistencia más fluida y licuada, que permite cubrir espacios de manera uniforme y ocupar los lugares pequeños de la estructura, facilitando y mejorando la adherencia de la mezcla a las armaduras de acero. La idea con este proceso es que las burbujas de aire asciendan dentro de la masa del hormigón fresco y salgan al exterior eliminándose en el ambiente; si quedan burbujas de aire, serán de menores tamaños y menos perjudiciales. La acción vibratoria debe ejecutarse en un periodo promedio de 10 segundos.

El vibrado se realiza porque en el momento de batir el hormigón se generan burbujas de aire, que quedan atrapadas en el hormigón fresco y reducen la resistencia de la estructura.



FIGURA 101: Cabezal terminado.



FIGURA 102: Compactación del terreno.

Una vez fraguado el cabezal, se procede a dejar el terreno en condiciones para el montaje de la pasarela. Para esto se utiliza una pala cargadora para ir arrojando suelo de a poco y con pala ir emparejando la superficie por capa, para luego con los canguritos compactar el terreno, esto se hace hasta tapar el cabezal, ya que recordemos que para la ejecución del mismo se dejaron cuencos de 2,00 m de profundidad. Se debe tapar los alrededores del cabezal hasta llegar al nivel del terreno.



FIGURA 103: Señalización de cada pilote.

La señalización de cada pilote se hace mediante redes y varillas de hierro para que las personas que circulan lo hagan con seguridad.

5.10.PROBLEMÁTICA EN LA OBRA

5.10.1.Ejecución de los pilotes 8 y 9

En la pasarela peatonal N°2 cuando se proyectó la construcción de uno de los pilotes, en el momento en que se realiza la excavación con la máquina pilotera se encuentra un caño de hierro fundido que en proyecto no fue relevado, debido a la urgencia con la que demandaba la ejecución

de las pasarelas, no se pudo realizar el cateo correspondiente para poder encontrar todos los servicios e interferencias que pueden pasar por la zona de trabajo.

Cuando la mecha de la pilotera entra en contacto con dicho conducto no solo que llega a quebrarse el cuello de la mecha, sino que también el caño es averiado comenzando a perder agua, por lo que se usa una bomba para buscar una solución rápida, llevando el agua a una cámara y para que desagüe rápido, hasta que llegue Aguas Cordobesas a reparar el caño, que fue llamada inmediatamente que se presentó este inconveniente.

Debido a que el caño no puede moverse, la solución que se encontró fue mover el pilote, pero como las dimensiones tanto de las vigas como de las columnas no podían modificarse, ya sea por motivos económicos o tiempos y debido a que las mismas ya estaban construidas, lo que se hizo fue modificar las dimensiones del cabezal, a su vez traería la presencia de un momento flector, debido al brazo de palanca para esto se obtuvo como solución por parte del proyectista arriostrar con suficiente armadura a los dos cabezales, de forma que pudiera absorber cualquier momento flector actuante.



FIGURA 104: Cabezales arriostrados con armadura.

CAPÍTULO 6

PASARELA PEATONAL

6.1. DESVIOS Y CORTES DE TRANSITO

Antes de comenzar con el montaje de las pasarelas peatonales, lo primero que se hizo fue interrumpir el flujo vehicular. Se comenzó interrumpiendo el tránsito en Avenida Ejército Argentino para realizar trabajos de izamiento de columnas y vigas para la colocación de una de las dos pasarelas, la otra pasarela se colocará sobre Avenida Cárcano.



FIGURA 105: Imagen tomada desde Avenida Cárcano.

Entre 8:00 y 10:00 hs:

- Rama Directa sentido Estadio Kempes- La Calera (Norte- Oeste). El desvío se hará por Avenida Ghandi.



FIGURA 106: Desvío por Avenida Ghandi.

Entre 10:00 y 12:00 hs:

- Calzada principal Avenida Colón sentido Córdoba- La Calera. El desvío se realizó por la Rotonda del Distribuidor El Tropezón.



FIGURA 107: Corte Avenida Colón.



FIGURA 108: Desvío por Rotonda.

Entre 14:00 y 16:00 hs:

- Calzada principal Avenida Colón sentido La Calera- Córdoba. Desvío por Valle Escondido o Colectora de Distribuidor El Tropezón.



FIGURA 109: Desvío por Colectora.

Para que se puedan realizar los correspondientes cortes y desvíos en forma organizada y sin ningún inconveniente, se contó con la ayuda del personal de la Municipalidad. Se requirió de un grupo de 4 banderilleros encargados de regular desvíos y cortes de tránsito, y elementos de señalización como: carteles, conos, redes y tambores que aseguraban la protección personal.



FIGURA 110: Banderilleros desviando el tránsito.



FIGURA 111: Elementos de señalización.

6.2. MONTAJE DE PASARELA

Introducción:

Primero se comenzó con el montaje de una de las pasarelas que se encuentra en Avenida Ejército Argentino y luego se seguirá con la pasarela que se encuentra en Avenida Cárcano.

El nudo El Tropezón cuenta con la instalación de semáforos que se colocaron de manera provisoria para el paso peatonal, hasta la colocación de las dos pasarelas peatonales. Esta decisión fue tomada por la Provincia, como una solución rápida hasta que estén listas las pasarelas.

Estos semáforos fueron instalados por la empresa Camino de las Sierras para regular el tránsito, debido al pedido de los vecinos de la zona, preocupados por el riesgo que corrían en los cruces peatonales, sobre todo los niños que deben llegar a las escuelas de la zona.

Los primeros funcionan en ambas manos de la Avenida Ejército Argentino (Ruta E55) a la altura de los barrios General Deheza y Don Bosco, y otros semáforos para los vecinos del barrio Los Robles sobre Ruta 304 (Variante Pueyrredón) que va hacia el peaje de la autopista a Carlos Paz.

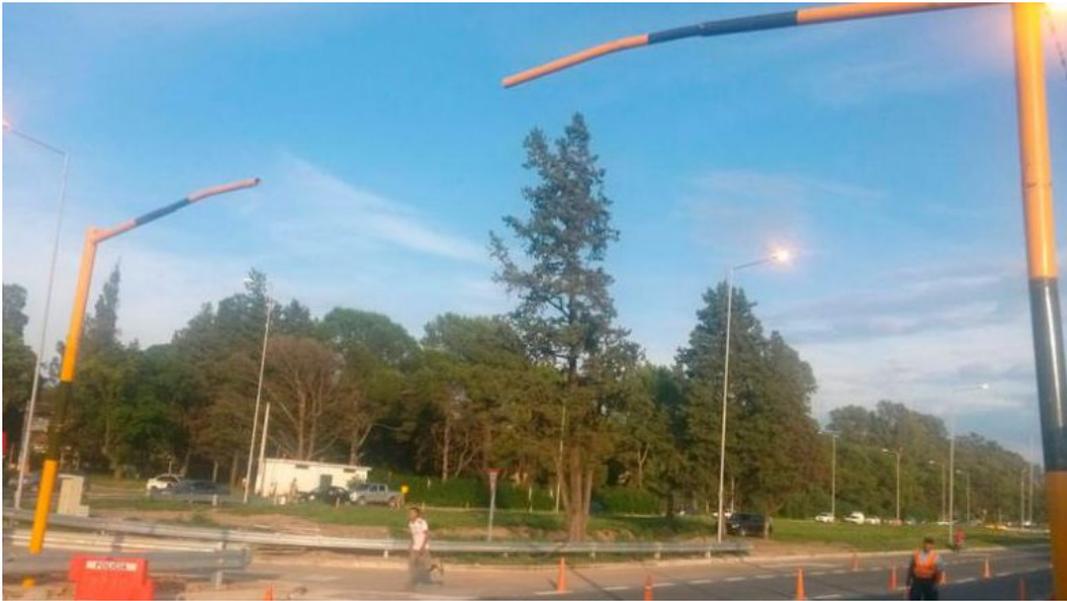


FIGURA 112: Semáforos instalados en Avenida Ejército Argentino.

Los semáforos funcionan cada vez que los peatones lo pulsán. La policía caminera, aseguró vigilancia en los cruces.

Con la construcción de estas pasarelas se asegurará el cruce seguro de los peatones.

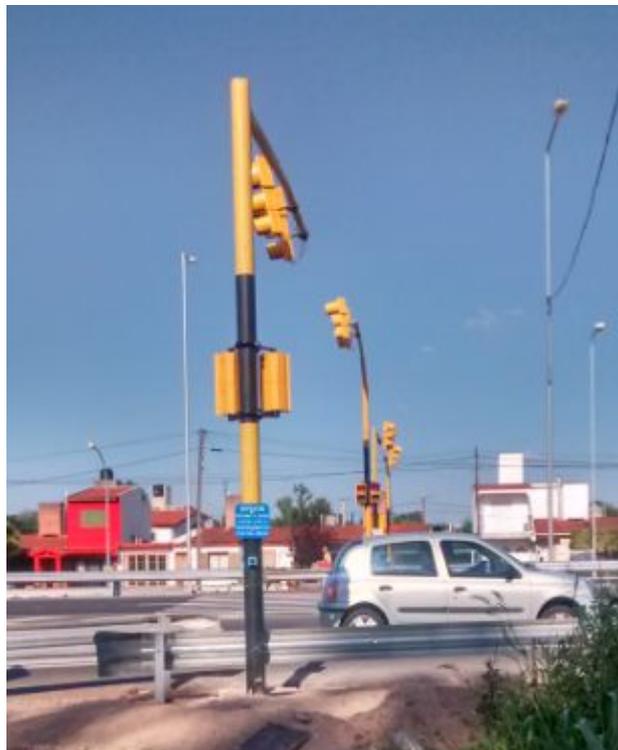


FIGURA 113: Semáforos con pulsadores, instalados en Avenida Cárcano.

6.2.1. Tareas previas al Montaje

Dos semanas antes de comenzar con el montaje de las pasarelas, con el grupo de ingenieros de la oficina técnica de la empresa se decidió visitar la planta de Pretensa para coordinar con la logística a seguir en la etapa del transporte y montaje de cada uno de los elementos de las pasarelas. A parte de esto, el interés principal era corroborar la calidad con la que se construyó cada una de las piezas de la superestructura.

Actualmente Pretensa cuenta con su propia planta de hormigón y algo a destacar que se puede observar es que en la dosificación se utiliza arena fina, conocida también como arena de Paraná. Este tipo de arena es muy costosa, pero en este caso amerita su uso debido a la buena terminación con la que deben contar las piezas, ya que queda muy expuesta a la vista de todos y además la calidad también es importante, debido a que esta estructura va a estar expuesta a la intemperie y la mala calidad de alguno de sus componentes afectaría a su durabilidad de la misma.

Al acceder al laboratorio se pudo ver los tipos de ensayos que realizan en la planta para evaluar la calidad de sus productos. Además de esto se observó la buena organización con la que cuenta el palero de la planta en la zona donde se acopian de los materiales, haciendo de esta manera controles permanentes para evitar la erosión en los agregados.

Cada viga y columna fueron curadas durante 9 hs en una cámara de vapor.

En la reunión realizada con Pretensa se definió un cronograma de trabajo en donde figura el tipo de acceso a la obra para grúas y camiones, delimitación de la zona de trabajo, ubicación de los terraplenes y obstáculos presentes en la obra.

Este cronograma debe hacerse semanas antes de comenzar con las tareas de montaje de la pasarela, para lograr una buena coordinación entre el equipo de trabajo que viene a montar la estructura y el equipo de ingeniería de la empresa, que se encargó días antes, organizar mediante un recorrido hecho en obra con los ingenieros de Pretensa en donde se planificó cuáles serían las calles que se van a cortar y las calles de desvío, de forma de lograr un trabajo coordinado y en el plazo especificado.



FIGURA 114: Reunión del equipo de Pretensa y de la empresa para coordinar cronograma.

5.2.1.1. Inspección:

Previo a la recepción de los elementos premoldeados, se verifican las dimensiones para cada elemento.

La resistencia característica a la rotura por compresión axial a los 28 días, determinada sobre probetas cilíndricas de quince centímetros (15 cm) de diámetro y treinta centímetros (30 cm) de altura curadas en agua a 20° C de temperatura, será mayor a 300 kg/cm² o 210 kg/cm² dependiendo del tipo de elemento premoldeado.

El acero para armadura a utilizar será de calidad ADN-420.

Cada uno de los elementos premoldeados que conforman la estructura de las pasarelas peatonales debe ser identificado con número o letra en la superficie de hormigón, en un lugar visible y accesible.

6.2.2. Trabajos realizados

El montaje de las pasarelas peatonales fue realizado por la empresa Pretensa, para esta tarea se necesitó un equipo de personas expertas, una grúa para la PPN⁰² y dos grúas para la PPN⁰¹ y un camión para el transporte de las piezas de la pasarela.

La grúa utilizada fue una Terex de 4 ruedas, adecuadas para trochas y todo tipo de terreno; este tipo de grúas cuentan con tracción y dirección en las cuatro ruedas, que permiten que el radio de giro sea pequeño. La cabina es ergonómica con controles fáciles e intuitivos, lo que se debe tener en cuenta es que este equipo no está diseñado para trasladarse a largas distancias, ni alcanzar altas velocidades. Características: tiene una capacidad de 72 Tn, longitud máxima de la pluma principal de 38,4 m y una altura máxima de 57,9 m.

La misma posee 4 gatos o niveladores que hasta que los mismos no estén apoyados a la superficie, la grúa se bloquea y no permite que se levante ningún tipo de carga, a su vez cuenta con un programa computarizado, en donde en una pantalla ubicada dentro de la cabina de la misma

se indica el peso de la carga que levanta, la longitud de la pluma que está utilizando, ya que a medida que la pluma se extiende la grúa pierde capacidad.

Es indispensable contar con una logística de montaje y transporte, porque este tipo de máquinas no están diseñadas para realizar grandes distancias, debido a que se produciría el desgaste de sus ruedas lo que no sería convenientemente económicamente.

El gruista tiene una comunicación directa con el encargado del transporte de las piezas que van llegando a la obra, esto no es casual, debido a que es el gruista el primero que se entera de la pieza que está en camino, por medio de una comunicación telefónica con el transportista. Esto es para poder esperar la pieza e izarla realizando la menor cantidad de movimientos posibles, teniendo en cuenta los obstáculos que se presentan, como cables aéreos, tránsito, entre otros.



FIGURA 115: Grúa posicionada para el izado y el montaje.



FIGURA 116: Camión encargado del transporte de las vigas y columnas.

Lo primero que llegó a obra fueron las columnas, que tomó un día entero entre que llegaban, eran descargadas por la grúa, posicionándolas cerca de sus respectivos cabezales.

Como se mencionó anteriormente se comenzó con el montaje de la pasarela N°2, que atraviesa la calle Avenida Colón. El camión tardaba 1 hr en salir de la planta a la obra y 30 minutos en salir de la obra a la planta, esto es porque a la vuelta iba vacío. El montaje se comenzaba inmediatamente

que llegaba la pieza, generalmente a las 9:00 hs, antes no era posible porque el camión no puede circular de noche.

Para recibir al camión y a la grúa se realizaron los correspondientes cortes y desvíos, según las calles en donde se iba realizando la descarga de cada pieza, para esto se dispuso de un grupo de 4 banderilleros que iban señalizando con conos.

Para los cortes y desvíos se avisó a la prensa con un día de anticipación de forma que la misma le comunique a la población los trabajos a realizar. El tránsito estuvo cortado durante una hora.



FIGURA 117: Momento en que llegan las columnas.



FIGURA 118: Columnas descargadas.

Se descargan las columnas, posicionándolas en lugares convenientes para la grúa.

Por practicidad y para evitar equivocaciones a la hora del montaje, tanto las columnas como las vigas se identificaron por un número y letra coincidentes con el número de pilote. Con esto se logró agilizar el trabajo del montaje, siguiendo los planos correspondientes de cada pasarela.



FIGURA 119: Identificación de las columnas con letras y números.

Para la descarga de las columnas se utilizaron eslingas, que enganchaban en los ganchos de acero ubicados de forma estratégica en cada una de las columnas, luego estos ganchos serán cortados con una amoladora.

Debajo de cada columna se coloca en el centro tacos de maderas, de forma de elevar la columna de la superficie para que durante la etapa del montaje sea fácil rodearla con las eslingas y lograr izarlas y posicionar a cada una en su correspondiente cuenco.

Una vez posicionada la columna de forma cuidadosa sobre la superficie del terreno, se retiran las eslingas, y se prosigue de la misma forma con la otra columna.

Dos eslingas se enganchan en los dos ganchos superiores de la columna y las otras en los dos ganchos inferiores de la misma, la columna es descargada por la grúa en posición horizontal y apoyando de forma inclinada por lo dicho anteriormente.

En la siguientes imágenes se observan a los operarios retirando las eslingas luego de que las columnas hayan sido descargadas del camión y la forma en la que estas deben apoyar para facilitar el izado y montaje.



FIGURA 120: Forma en que deben apoyar las columnas.



FIGURA 121: Señalización de las piezas.



FIGURA 122: Columna para el descanso de la pasarela.

Observando en la parte de los Anexos la planta de fundaciones para la Pasarela N°2 y por lo visto en las figuras anteriores, las dos Columnas identificadas con el N°16 que cuentan con un voladizo, ambas 30x80 cm fueron diseñadas para que sobre ellas apoye un descanso, y a partir de este una rampa que se une con una vereda peatonal hecha de hormigón de 1,60 m de ancho y juntas cada 4,00 m.

Mientras se esperaba que llegaran las columnas a obra, se fueron realizando tareas de nivelación. Se utilizó el nivel óptico para medir los desniveles, asumiendo un plano totalmente horizontal y luego tomando lecturas en distintas posiciones para determinar la diferencia de altura existente, también se utilizó, para controlar el vertido de hormigón, ya que las columnas se colocan dentro del cuenco y luego se rellenan con hormigón.



FIGURA 123: Nivel óptico.



FIGURA 124: Trabajos con plomada.

Luego se utiliza una plomada para controlar el fondo del cuenco. A su vez, en el caso de que las cotas de fondo reales no coincidan con las de proyecto, se colocó una base de fondo llamado hormigón de nivelación (SIKA) de espesor de 1 a 3 cm, que es un mortero listo para usar, fluido, autonivelante, con gran precisión, su función es hacer que la superficie sea totalmente plana, logrando una superficie nivelada al milímetro.

Se utiliza para la nivelación de apoyos (que trabajen a compresión) de columnas, o vigas o cualquier otro elemento.

Todas las superficies que estarán en contacto con este producto, se deben limpiar antes de aplicarlo, de forma que la superficie esté rugosa y limpia, libre de polvo o grasa.

Este mortero viene listo para ser mezclado con agua cuya cantidad varía de acuerdo a la consistencia requerida.

En un recipiente con agua se agrega el producto y se mezcla por unos 3 minutos como mínimo, hasta obtener una consistencia homogénea y sin grumos.

Luego, una vez controlada la base de fondo del cabezal con plomada, utilizando una cinta métrica se proceden a marcar los centros de cada lado del cuenco y se marca con tiza para luego hacerlo coincidir con el centro marcado en la columna.



FIGURA 125: Marcado con cinta métrica.



FIGURA 126: Plomada para el fondo del cuenco.



FIGURA 127: Ganchos para descarga e izado de columnas.

La descarga llevó tiempo, ya que se tuvo que ir trasladando la grúa y descargando las columnas, de forma de dejarlas posicionadas cercanas a sus respectivos cuencos, esta tarea fue supervisada por un ingeniero de la empresa Pretensa que basándose en el plano de la planta de fundación de la Pasarela N°2 en donde se muestra el número de cada pilote y por lo tanto el número que identificaba cada columna.

Se comenzaron montando las columnas que corresponden a uno de los descansos de la pasarela, en uno de los extremos. La grúa busca posicionarse de forma que no tenga que trasladarse tanto, una vez posicionada, mediante un programa en el interior de la cabina manejado por el gruista mediante un juego de joystick y botones, hace descender los dos gatos de la izquierda y luego los dos de la derecha hasta quedar suspendidas las cuatro ruedas, todo esto con señales sonoras de alarma que se detienen una vez que la grúa quede suspendida como se muestra en la **figura.**

Luego se amarran las eslingas a los ganchos de la columna que se va a izar, utilizando solo dos eslingas, mientras que para la descarga se utilizaron 4.

6.2.2.1. Descarga:



FIGURA 129: Momento de la descarga.



FIGURA 128: Forma en que se deben descargar las columnas.

Una vez el camión posicionado, y los banderilleros señalizando las calles en donde se están realizando las tareas, la grúa procede a realizar la descarga de cada una de las columnas.

Luego en la siguiente figura, se observa que ninguna de las columnas debe apoyar directamente sobre la superficie, de esta forma a la hora de realizar el izado será más fácil rodear a las columnas con eslingas y posicionarlas dentro de cada cuenco.



FIGURA 130: Después de la descarga. Se retiran las eslingas.

5.2.2.2. Izado de columnas:

El izado de cada columna no se hizo el mismo día en el que se realizó la descarga de las mismas, sino que esta tarea fue llevada a cabo al día siguiente. La grúa para esto se encontraba estacionada dentro del obrador, hasta las 9:00 hs del día siguiente para dar comienzo con la tarea de izado. Se eligió este horario porque es una hora del día en donde se tiene poco flujo de tránsito vehicular.

Para esta tarea también fue necesario cortar y desviar el tránsito, se comenzaron con las columnas 15 que se encuentran posicionadas en una isleta, que es donde se sitúa el descanso de la pasarela y donde realiza el quiebre para luego seguir con la rampa, después se siguió con las columnas que se encontraban en el cantero central y por último se izaron las columnas que se encontraban del lado en donde estaba la antigua entrada al barrio militar. Para esto Vialidad Nacional tuvo que expropiar una fracción del terreno para situar seis las columnas de la PPNº2.

El izado correspondiente al lado de los militares debía hacerse en el menor tiempo posible, ya que la grúa debía posicionarse sobre la Avenida Ejército Argentino (Calera- Córdoba) y la misma cuenta con gran flujo vehicular.



FIGURA 131: Colocación de las eslingas para su correspondiente izado.



FIGURA 132: Izado de columna.



FIGURA 133: Columna colocada en su correspondiente cabezal.

Para el izado se hace pasar la eslinga por un orificio que se encuentra ubicado en el centro en la columna, realizado de forma estratégica para facilitar el izado de las mismas.

Una vez que el gruista presenta la pieza y logra verticalizarla los operarios lo ayudan a situar la base de la columna en el centro del cuenco, haciendo coincidir el centro de la base con los ejes que

fueron marcados anteriormente con tiza en cada lado del cabezal, recién en este momento es cuando se apoya la base de la columna en el fondo del cuenco.

Luego para controlar la verticalidad de cada columna, un operario desde una escalera metálica apoyada en la columna tira una plomada, mientras dos operarios que se encuentran en la superficie van acomodando la columna hasta que quede perfectamente vertical.

Una vez que la columna quedó perfectamente vertical y centrada, coincidiendo su centro con el centro del cuenco, se colocan cuñas de madera con la ayuda de una masa hasta realizar el vertido de hormigón. Estas cuñas permiten sujetar las columnas y mantenerlas firmes en esa posición en caso de que haya un viento fuerte.



FIGURA 134: Posicionamiento de la columna.



FIGURA 135: Columna centrada.



FIGURA 137: Con plomada controlar el fondo del cuenco.



FIGURA 136: Control de la verticalidad.



FIGURA 138: Cuñas de madera entre el cabezal y la columna golpeándolas con una masa.



FIGURA 139: Operario retirando eslingas.



FIGURA 140: Ganchos y orificio central para el montaje.



FIGURA 141: Vertido del hormigón H-21.



FIGURA 142: Cuenco relleno de hormigón.

Para realizar el vertido del hormigón se utilizó una bandeja extra, de forma de prolongar la bandeja propia del camión hormigonera, para que el vertido del hormigón se haga directamente en el cuenco que está a una profundidad tal que el camión no puede acceder.

Se utilizó un hormigón H21 para llenar el cuenco y con una pala y una llana se emparejó la superficie. El cuenco se llena hasta el nivel inferior de las cuñas, cuidadosamente para que no se aflojen.

Luego de haber controlado cada una de las columnas, las mismas ya están listas para recibir las vigas. La unión entre viga y columna se hace mediante apoyos de neoprenos.



FIGURA 143: Se retiran los obstáculos.



FIGURA 144: Columnas ya en su posición definitiva.

Para el izado de las columnas del lado del B° Militar se retiraron algunos flexbean debido a que obstaculizaban y dificultaban el trabajo de la grúa.

En los anexos se adjunta un plano que esquematiza las distintas posiciones elegidas para la grúa y el camión a la hora del montaje de las vigas, considerando que la superficie de la grúa ocupa 9m x 9m y la del camión 3m x 20m. Esto se planifica con anticipación de forma de evitar imprevistos y garantizar eficiencia en la logística de montaje.

Gracias a la tecnología avanzada de la grúa, es posible conocer desde la pantalla que se encuentra en la cabina el peso de la carga que se está levantando, la longitud de la pluma con la que se está trabajando y el restante que le queda para completar su capacidad.

Esto es porque al aumentar la longitud de la pluma, la capacidad de la grúa disminuye. Para las columnas, la grúa levantó 20 tn con 28 m de pluma. Cuando por ejemplo se encontraban cables aéreos, el gruista para esquivarlos debía aumentar el largo de la pluma hasta su máximo y pasar la columna por arriba de ellos. La capacidad para este tipo de grúa es de 72 tn, pero con la pluma sin extender.

5.2.2.3. Control de los gálibos:

En uno de los planos de la sección de Anexo del presente informe, se muestra la verificación de los gálibos que se hizo para la Pasarela N°2.

Para esto se determinaron las cotas reales del fondo de los noyos y verificar su coincidencia con las cotas de proyecto dadas por InGroup:

NOYOS	Cota Real	Cota Proy.
c2	462,89	462,88
c3	462,87	463,85
c4	462,885	462,85
c5	462,867	462,85
c6	463,42	463,45
c7	462,905	462,9
c8	462,357	462,35
c9	462,362	462,35
c10	461,962	461,95
c11	461,945	461,95
c12	461,947	461,95
c13	461,937	461,95
c14-c15	461,977	461,95

Tabla 14: Control de la cota de cada noyo.

Altura de las columnas:

Columna	I1	I2
C8	7,27	8,29
C7	7,03	8,045
C6	6,73	7,75
C4	8,03	9,05
C5	7,64	8,66
C9	7,26	8,2
C10	7,43	8,45

Tabla 15: Control de la altura de las columnas de la PN2.

Siendo: I1: es la longitud del alma de la columna y I2: la longitud del alma de la columna sumada a la parte en donde ensambla la viga.

Se puede ver de los datos anteriores que el cuenco número 6 quedó 3 cm por abajo del de proyecto. Como medida de solución lo que se hizo fue rellenar con un hormigón de nivelación o grouting como se explicó anteriormente, de esta forma la cota real coincidirá con la de proyecto.

Luego con una cinta métrica se corroboraron las longitudes reales de cada una de las columnas con las longitudes de proyecto dadas por Pretensa, las mismas eran coincidentes.

Para medir el gálibo se tomaron cotas en dos puntos de la calzada, luego el gálibo es la distancia que hay entre la calzada y el fondo de la viga.

Los gálibos quedaron todos verificados porque se puede ver en la parte de Anexo que todos dan igual o mayor a 5,20 m.

Conclusión:

Vimos que para las columnas el control en su montaje debe ser riguroso en cuanto a su superficie de apoyo, a la centralidad y a la verticalidad de las mismas, ya que de lo contrario las vigas estarían apoyando en piezas defectuosas y esto no garantizaría la estabilidad para la estructura.

Recién cuando se realizaron los controles y correcciones correspondientes se procede al montaje de las vigas, es por eso que el ingeniero a cargo y su equipo deben tomarse el tiempo que sea necesario a la hora de montar cada una de las columnas.

5.2.2.4. Montaje de Vigas:

Para el caso de las vigas tanto la descarga como el montaje se realizaron de manera simultánea, es decir que en ningún momento se dejó que la viga quedara apoyada sobre la superficie del terreno, desde el camión pasó directamente a apoyar a la columna.

El gruísta debía estar informado cuál era la viga que estaba llegando en el camión a la obra, debido a sus dimensiones se transportó una viga por viaje, cuando una de las vigas ya estaba montada, se comunicaba a la planta de Pretensa que mandaran la siguiente.

Es el gruista quien mantiene una comunicación directa con la planta, esto se debe a que debe ser el primero en que se entera de cuál de todas las vigas está llegando, ya que necesita contar con tiempo para posicionarse de la manera más conveniente, observar obstáculos que se le presentan y planificar las distintas maniobras que tiene que hacer con la grúa para poder montarla de la forma más eficiente y en el menor tiempo, ya que mientras más tarda en lograr la correcta posición de la viga en la columna, más tiempo va a estar cortado el tránsito vehicular, generando demoras en los usuarios.

Se comenzaron con las vigas de las columnas 15 para atrás, el descanso se dejó para lo último de forma de si se presenta algún error sea salvado en el extremo. Una vez posicionada la grúa esperando la viga que está en camino, desde la planta se le comunica al gruista el momento en que la viga salió y el transportista 15 minutos antes le avisa que está llegando.

El ingeniero indica tanto a los banderilleros la calle a cortar y al transportista donde se debe posicionar para facilitarle el trabajo de montaje a la grúa, a su vez el ingeniero coordinó previamente con el gruista la posición más indicada del camión.

Para las vigas se utilizaron eslingas enganchadas a los ganchos de estas, a diferencia de las columnas, las vigas no cuentan con un orificio ya que el mismo no haría falta.

Cuando la grúa retira la viga del camión, lo primero que hace el gruista es presentar la pieza, luego el señalero y soguero lo ayudan indicándole a través de señas las maniobras a realizar para lograr posicionar la viga.

El equipo consta de cuatro operarios: dos sogueros y dos señaleros. En el momento en que el gruista presenta la pieza actúan los sogueros uno en cada extremo de la viga maniobrando con cada soga cualquier giro o dirección que se le dará a la viga para que esta llegue a las columnas lo más exacto posible, luego actúan dos operarios que se llaman señaleros, que esperan a que el gruista acerque la viga a cada columna y dando las indicaciones correspondientes, hay un señalero en cada extremo de la viga o en cada columna que apoye esta. Como se muestra en la figura un operario se ubica sobre una escalera apoyada a una de las columnas en la que va a apoyar la viga, mientras que el otro operario estará esperando a la viga sobre una viga ha sido montado con anterioridad; para el caso en el que se esté montando la primera viga los operarios se ubicarán en las columnas.

El motivo por el que se cuenta con dos operarios, es para ayudar al gruista y para lograr que el montaje sea exitoso, buscando que el ensamble de las piezas entre viga- columna sea lo más preciso posible, ya que una vez que la grúa apoya a la viga en las dos columnas, la posición de la viga no puede ser corregida con la grúa porque esto podría causar movimientos en las columnas y

las mismas quedarían defectuosas. Es por esto que se debe prestar el máximo control en las uniones de viga con columna y viga con viga para evitar que queden espacios incorregibles.



FIGURA 145: Momento en que la viga llega a obra.



FIGURA 146: Operarios colocando eslingas para la descarga y montaje de la viga.



FIGURA 147: Grúa realizando la descarga e izado de la viga.



FIGURA 148: Forma en que las eslingas se enganchan a la viga. Vista desde la grúa.



FIGURA 149: Dos señaleros posicionando la viga y dos sogueros del lado de la izquierda direccionándola.



FIGURA 150: Dos operarios en los extremos de viga haciendo coincidir los centros de las piezas.

Si se observa detenidamente la imagen de arriba se puede ver que la viga no apoya de forma directa con la columna, sino que la misma cuenta con apoyos de neopreno que permiten una mejor adherencia entre las piezas y evita desplazamientos.

Una vez que la viga está apoyada en sus respectivas columnas, los operarios se encargan de caminar sobre ella, de un extremo al otro (siempre usando los elementos de seguridad para evitar cualquier accidente), de forma de verificar que haya quedado bien nivelada, detectando cualquier espacio libre o escalonamiento entre dos vigas. El escalonamiento podría ocurrir en el caso de que dos vigas adyacentes no estén bien niveladas, es decir una queda más elevada que la otra.



FIGURA 151: Señaleros retirando las eslingas.

Cualquiera de estos defectos es verificado por el ingeniero y los dos operarios; para el caso en que uno de los extremos quede más elevado que el otro, la única solución es levantar la viga con una barra de hierro y entre la columna y la viga colocar alguna placa de chapa o apoyo de neopreno, de esta forma la viga quedará horizontal, si el problema es que haya algún espacio libre ya sea por defectos en el diseño o error de montaje, no tendrá solución y quedaría el espacio libre que puede hacer tropezar a cualquier usuario. Es por esto de la importancia de que cada paso del montaje se realice de forma cuidadosa y responsable, como así también la precisión en el diseño de cada pieza.



FIGURA 152: Operarios e ingeniero corroborando cualquier defecto luego de montar la viga.



FIGURA 153: Banderillero cortando la calle para dejar que pase la grúa.

Cuando la grúa se transporta de un lugar a otro debe bajar la pluma y el gancho que utiliza para izar las piezas, esto se hace por seguridad.



FIGURA 154: Señaleros retirando eslingas y verificando la posición de la viga que se montó.



FIGURA 155: Señalero posicionando la viga en la columna.



FIGURA 156: Apoyos de neoprenos en la parte en donde la viga va a apoyar sobre la columna.



FIGURA 157: Señalero posicionando la viga en la columna.



FIGURA 158: Señalero verificando la posición de la viga



FIGURA 159: *Coordinación para corregir algún error de montaje.*

Justo en la unión entre las dos vigas que se mostraron anteriormente se detectó una separación entre ambas de aproximadamente 3 cm, esto puede ser debido a un error de diseño o en el montaje. Como se dijo anteriormente esto no tiene solución, colocar hormigón para esta separación no serviría de nada porque el mismo se caería.



FIGURA 160: *Separación de 3 cm en la unión de dos vigas.*



FIGURA 161: *Escalonamiento.*

Otro defecto muy común en el montaje son los escalonamientos, pero estos se pueden solucionar como se dijo antes colocando alguna placa de apoyo entre la viga y la columna.



FIGURA 162: *Montaje de vigas con pendientes.*

Cuando se va a montar vigas con algo de pendiente, el montaje no se realiza como en las vigas anteriores que van en posición horizontal, sino que se agiliza el trabajo del gruista de una forma estratégica utilizando los cables para el izado de distinta longitud, un lado será más largo que otro, de forma de dar la pendiente cuando se está izando la viga. Esto se debe a la experiencia del equipo de trabajo, tanto por parte del gruista como de los operarios.



FIGURA 163: Corrección de defectos de montaje.

Cuando se detecta algún defecto en la unión entre dos vigas, después de haberla posicionado, la misma se corrige utilizando una barra de hierro hasta lograr la posición deseada entre una viga y otra.



FIGURA 164: Unión viga-columna-viga.

En la imagen anterior se puede observar la precisión en la unión de las tres piezas. El tiempo aproximado en que se demoró en montar cada viga ronda en los 17 minutos por viga.



FIGURA 165: Eslingas con distintas longitudes por ir la viga con pendiente.



FIGURA 166: Vista hacia la entrada del barrio Militar desde arriba de uno de los tramos de la pasarela.



FIGURA 167: Descarga de la rampa del lado del barrio Militar.

Este tramo de rampa no es montado porque se debe construir un muro de sostenimiento entre la rampa y el talud, debido a que los postes de luminaria cuentan con una fundación de 1,20 m y al realizar la excavación para construir la pasarela, la profundidad de la fundación se vio afectada y cualquier viento fuerte puede voltear el poste.

No se optó por un talud que podría haber sido una buena solución debido a que parte del talud se ubicaría sobre la rampa de la pasarela, es por esto que se extiende el muro de forma de evitar que el talud quede arriba de la pasarela.

Una vez que se realice el muro de sostenimiento se procederá a reubicar la rampa en la posición que corresponda. Este muro fue construido en la calle donde se encuentra el acceso al barrio militar, usando como fundación una zapata corrida.

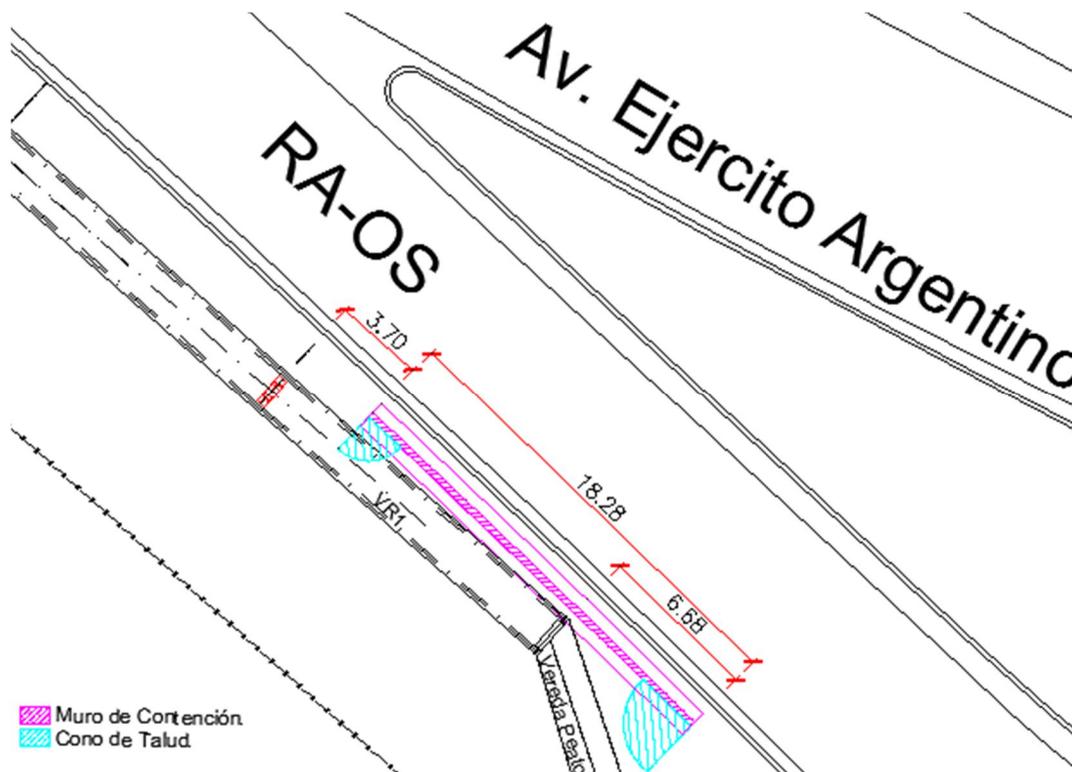


FIGURA 168: Ubicación en planta del muro de contención.



FIGURA 169: Muro de contención.



FIGURA 170: Rampa colocada en el otro extremo de la pasarela.

En esta imagen se muestra la rampa en el otro extremo de la pasarela y se ve cómo quedaría la rampa del lado del Barrio Militar luego de que el muro se haya construido. En la parte superior de la rampa se coloca un descanso.

En las siguientes imágenes se muestra la situación en la que un operario corrige un escalonamiento producido entre el descanso propiamente dicho y la viga que va en pendiente. Siempre se busca que el montaje de los extremos de la pasarela se deje para el final de forma que cualquier desfase o defecto entre las piezas que se hayan montado pueda ser solucionado en los extremos.



FIGURA 171: Montaje del descanso que apoya en dos columnas con voladizo.



FIGURA 172: Operario colocando neopreno para corregir escalonamiento.

6.2.3. Post Montaje:

Luego de realizado los montajes de vigas y columnas y corregido cualquier defecto se procede a realizar el corte de los hierros que se habían realizado para enganchar las eslingas y se hacen los encofrados y hormigonados para los núcleos húmedos que vinculan la viga y columnas. Estos reciben el nombre de núcleos húmedos porque son hormigonados in-situ.



Chapas en donde va
soldada la jaula.

FIGURA 173: Núcleos húmedos que hacen a la unión entre viga-columna.



FIGURA 174: Forma de realizar el encofrado de los núcleos húmedos.

En la imagen anterior se muestran chapas ubicadas una en cada extremo separadas a ciertas distancias en donde va a ir soldada la jaula.

La jaula tipo Bahiana se arma con paños que van electro-soldados a las chapas que se encuentran a cada lado de la pasarela y a estos va tensado un alambre tejido. El armado de la jaula calcula que va a demorar aproximadamente 12 días, dependiendo siempre de las condiciones climáticas, ya que se va a ir armando en tramos y va a ir soldada. La tarea del montaje de la jaula no es realizada por Pretensa, sino que Pretensa subcontrata una empresa que se dedica a esta tarea, también hacen mantenimiento de pasarelas, el mismo se debe realizar una vez por año.



FIGURA 175: Hierros cortados.



FIGURA 176: Compactación de los cabezales.

Se procede a compactar el suelo que quedó suelto en la parte donde se encuentran los cabezales, de forma de que queden tapados con el mismo suelo. Para esto se utilizó un cangurito que iba compactando y una retro-pala que va acomodando y perfilando el terreno.

6.3. JAULA BAHIANA

6.3.1. Materiales para la Jaula

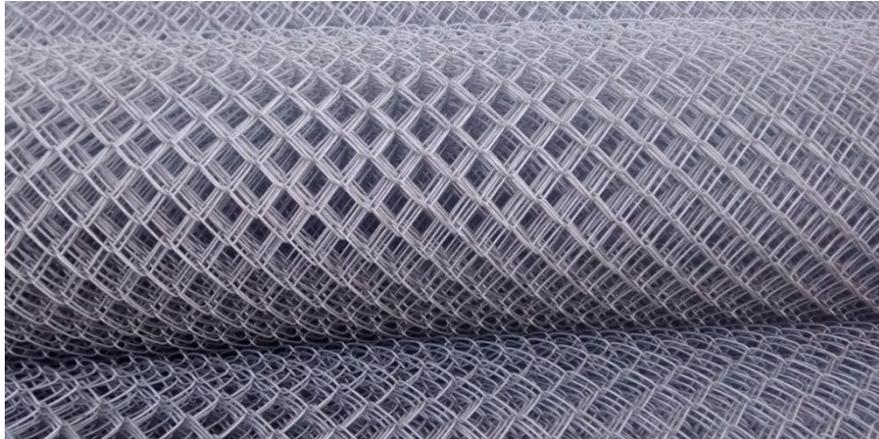


FIGURA 177: Malla que rodea la jaula. Es alambre tejido tipo rombo de 1”.

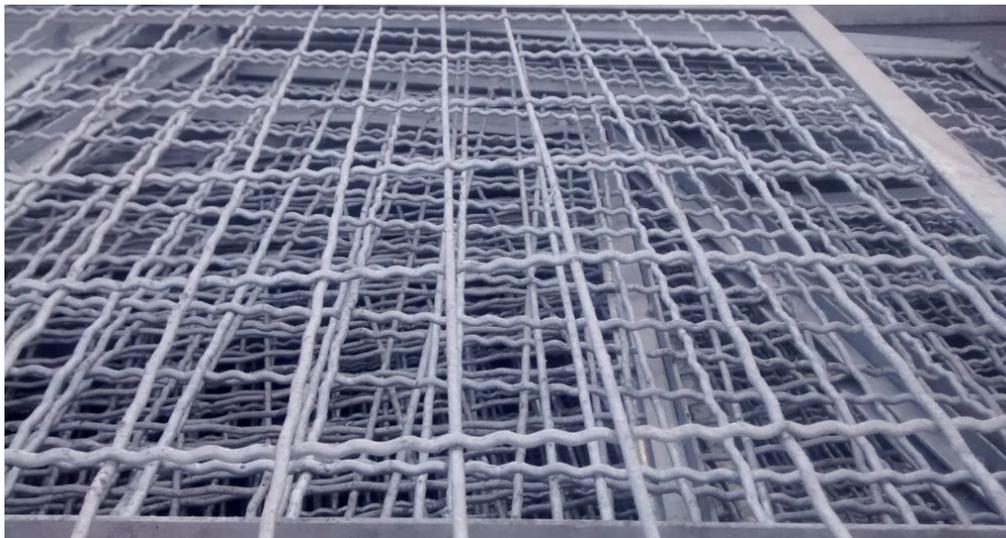


FIGURA 178: Paneles que van soldados y sobre ellos van tensadas las mallas.

Los materiales utilizado para la construcción de la jaula son de un tejido especial tipo rombo con dimensión de 1” especificada por vialidad para evitar que las personas pasen la mano por las aberturas, dando así más seguridad. La dimensión de este tejido no es una medida comercial, por lo general se fabrican con dimensión de 2 pulgadas, es por esto que a la hora de realizar el cómputo de este material debe ser riguroso para no tener que fabricar paños extras de tejidos en caso de faltantes.

Pretensa es la encargada de proveer el material y de dar un precio por la pasarela completa, a su vez Pretensa, como se dijo antes subcontrata a otras personas que se dedican a la construcción de la jaula.

6.3.2. Proceso constructivo:



FIGURA 179: Barandas peatonales.

Lo primero que se hace es colocar las barandas peatonales, estas se vinculan con la estructura de la pasarela por medio de soldadura eléctrica usando un electrodo de 325 mm de grosor punta verde. Como se muestra en la figura anterior los extremos se dejan libre para evitar que el material se deforme; al dejarlos libres cuando se tienen temperaturas elevadas los materiales pueden dilatarse sin producir daños en la estructura, pero cuando están vinculados y restringidos de moverse el material se fatiga hasta cortarse.

Los paneles de las barandas se vinculan con perfiles U mediante tornillos de zinc sellando los extremos con un punteado de soldadura para evitar cualquier tipo de vandalismo, se hace esto para no usar tuercas que es lo más costoso si se compara con el valor del tornillo. Estos paneles están hecho con hierro de 4,5 mm de diámetro y separados cada 10 cm, con ondulaciones que le dan resistencia.

Luego de soldadas las piezas se deja pasar un día para que la misma seque bien y se pinta con galvanita y alúmina que son productos que les dan resistencia a la intemperie, se hace al otro día para que la pintura adhiera bien a la chapa.

La jaula bahiana fue construida antibandalismo para evitar que se roben piezas, las uniones que inicialmente se iban a abulonar se reemplazaron por soldadura.



FIGURA 180: Detalle de vinculación entre perfiles y paneles de la baranda.

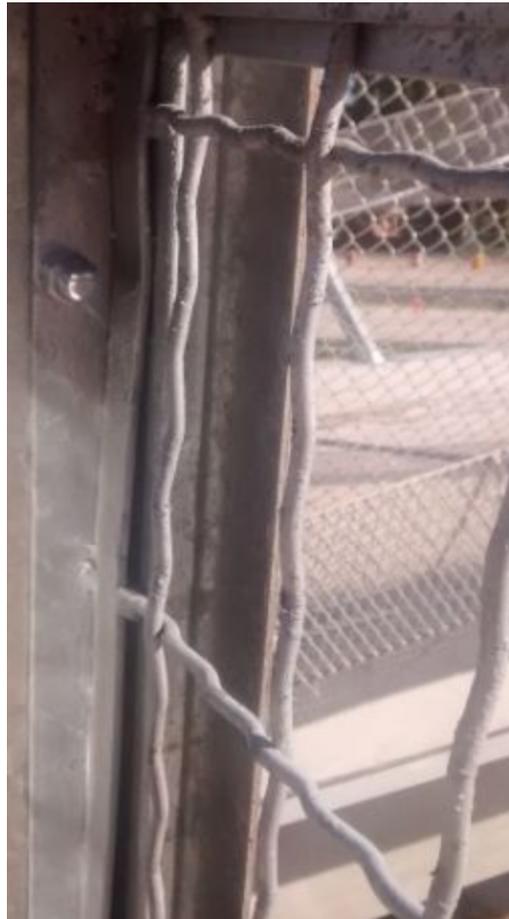


FIGURA 181: Bulones con punta soldada en el extremo.



FIGURA 183: Unión de la baranda mediante soldadura.



FIGURA 182: Soldadura pintada con galvanita y aluminio.



FIGURA 184: Arcos para darle rigidez a la jaula.

Luego de las barandas peatonales se colocan arcos que le dan la forma de jaula y le proveen la rigidez que necesita para soportar las solicitaciones actuantes. Estos arcos van soldados también a la pasarela de hormigón y luego se pintan como en las barandas.

Posterior a los arcos se colocan gusanos en forma de cruz unidos a estos para dar rigidez y que la soldadura de la base no trabaje sola. La jaula es reforzada en los extremos o centros, dependiendo del largo de las vigas con caños de refuerzos que reciben y transmiten esfuerzos a los arcos, estos a las soldaduras y de allí a la pasarela y luego a las fundaciones. Estos caños de refuerzo hacen que la estructura metálica trabaje de forma monolítica evitando que se produzcan deformaciones.



FIGURA 185: Soldadura eléctrica para vincular la jaula con la pasarela.



FIGURA 186: Gusanos en forma de cruz y tejido.

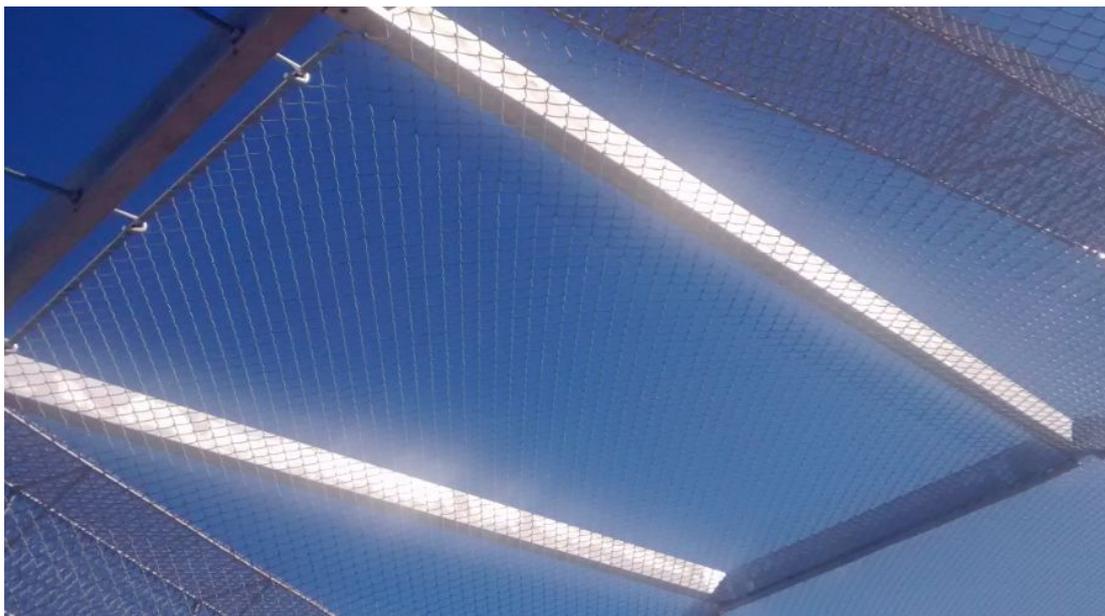


FIGURA 187: Se colocan en los extremos los rigidizadores.

En la figura se muestra como se disponen los caños de refuerzo en los extremos del techo de la jaula.

Luego se coloca el tejido, que es de material galvanizado como el resto de las piezas de la estructura, el tejido es trasladado mediante rollos de 21,00 m y no más por su peso y el gran esfuerzo que los operarios deben realizar para su traslado.



FIGURA 188: Tensado del tejido.

Las dimensiones que se usan para el tejido en el tramo de la calle Gandhi es de 2,6 m x 10,0 m y en los laterales 2,5 m x 10,0 m, utilizando 3 rollos de 2600 mm para el techo y 5 rollos de 2500 mm para los laterales.

Cuando se cuenta con tramos que son mayores a 21 m, es decir de mayor dimensión al que puede ser trasladado por una persona, se unen los paños trezándolos para que sea más fácil manipularlos.



FIGURA 189: Forma de colocar el tejido.

El tejido se coloca como se muestra en la figura, desenrollándolos y cuando se llega al final se tensan con una llave y se amarran con ganchos.

Usando un taladro se atornillan planchuelas que mantienen fuertes las uniones del tejido con los arcos, los tornillos que se usan son auto-perforantes, atornillan y perforan a la vez.

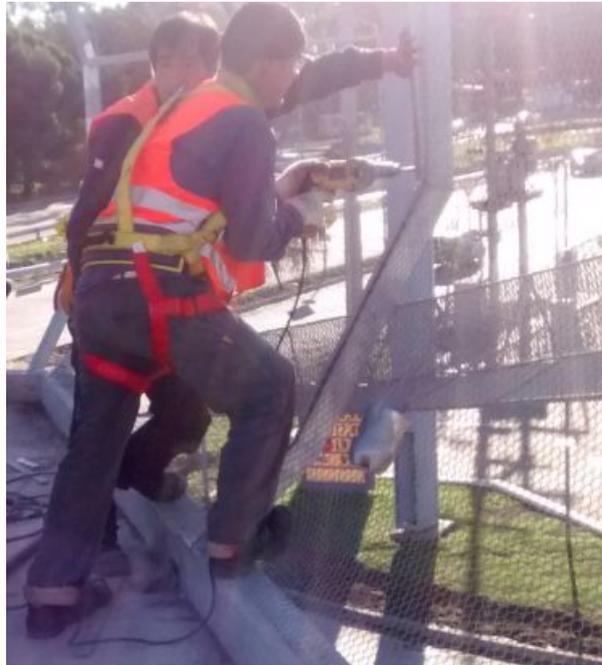


FIGURA 190: Colocación de planchuelas con tornillos autopercorables.



FIGURA 192: Planchuelas que unen los arcos con el tejido.

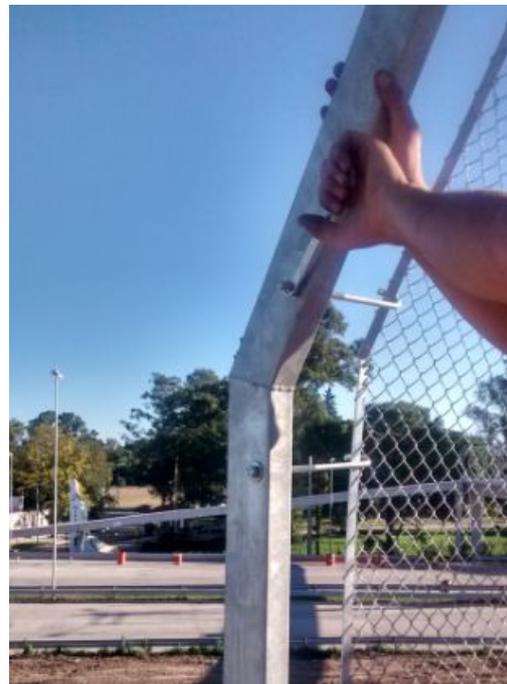


FIGURA 191: Se tensa el tejido con una llave.

El tejido se tensa y se sostiene con ganchos J tensores, los mismos cuentan con una arandela y tuerca para regular la tensión del alambre tejido, mediante la utilización de una llave de tuerca N°8.



FIGURA 193: Pasamanos.

Por último se colocaron los pasamanos a ambos lados de la pasarela, usando caños redondos pintados con poliuretanos, que es un polvo en donde se puede seleccionar el color, para este caso se eligió gris para armonizar la visual, se trata de una pintura al horno, separando los extremos de las piezas por el movimiento que sufren los materiales metálicos que se dilatan y en presencia de altas temperaturas se separan de su posición inicial.

Las planchuelas que se colocan es para hacer más firme la unión, las piezas galvanizadas son fabricadas a 450°C usando como productos zinc y plomo.

Al tratarse en trabajo en altura los operarios deben contar con arnés de seguridad y línea de vida o también llamada “cola de mono”, además de los E.P.P. (elementos de protección personal) para el caso de soldadura eléctrica.

Tanto el consorcio que está a cargo de la obra como Pretensa contaban con un asesor de higiene y seguridad que verificaba continuamente el correcto uso de los E.P.P.

6.4. CARACTERÍSTICAS DE LA PASARELA PEATONAL

La construcción de las pasarelas peatonales consideradas como obra de arte, rige el capítulo H: “Obras de arte” del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la DNV (Edición 1998). La construcción de las pasarelas deberá ajustarse a lo establecido por el pliego.

Considerando a las pasarelas peatonales como obstáculo lateral del camino, la distancia desde el borde del pavimento hasta cualquier elemento de las mismas deberá ser igual o mayor a cuatro metros (4,00 m) medidos en sentido transversal al eje, en caso de que haya zonas que no cumplan con esto se dispondrá de flexbeam.

6.4.1. Condiciones Geométricas

En cuanto a las condiciones geométricas se controló lo siguiente:

- a) Longitud de las pasarelas determinada por proyecto: para la $L_{PPN^{\circ}1}= 201,50$ m y $L_{PPN^{\circ}2}=198,00$ m. Longitudes medidas desde los planos de las plantas de las pasarelas.
- b) El mínimo gálibo medido en cualquier punto de la calzada será de 5,10 m. Esta verificación se muestra en el corte de la pasarela peatonal N°2 en la parte de Anexo.
- c) La máxima pendiente de la rampa será 11%.
- d) La pasarela será horizontal de pendiente 0%.
- e) El ancho total de la pasarela y rampas es de 2,20 m.
- f) La altura de la baranda peatonal es de 1,00 m.
- g) Los sectores de pendiente 0% (horizontales) tendrán una pendiente transversal de dos o tres (2% o 3%) desde su eje longitudinal hacia los bordes.
- h) La pasarela contará con un cerco de seguridad en el sector peatonal horizontal, tipo Jaula Bahiana.

6.4.2. Materiales usados

El tipo de hormigón y acero para la construcción de las pasarelas peatonales consideradas como obras de arte rige el capítulo H del PETG de la DNV (edición 1998) son: el hormigón para las vigas es del tipo H-30, para las columnas es del tipo H-21 y el de las fundaciones será de H-17 o mayor, en nuestro caso se utilizó H-21 por las especificaciones que el proyectista consideró para el llenado de los pilotes.

El acero en barras es del tipo ADN 420, el acero en mallas es AM 500; la malla va tensada a los postes o paneles que forman la baranda y estos van soldados a las chapas metálicas dispuestas a cada lado de la pasarela. La malla es un alambre tejido rombo de una pulgada (1”).

Para la baranda peatonal, la misma está formada por vigas de sección en “U”, y la misma será metálica. Para el cerco de seguridad en los tramos horizontales de las pasarelas, las piezas y accesorios de la estructura son tratados superficialmente con un baño de galvanizado en caliente.

En cuanto a los accesos, las veredas para acceder a las rampas se construyen de hormigón simple con un espesor de 10 cm y un rodillado de cemento de dos centímetros (2 cm), con juntas

transversales rellenas con material asfáltico o silicona, el suelo en donde apoya la vereda es compactado.

La superficie de circulación peatonal de la pasarela y sus rampas contarán con una superficie de circulación rugosa que ya viene terminada desde la planta de Pretensa y materializada con un rodillado de cemento de dos centímetros (2 cm).

6.5. VEREDAS PEATONALES

A continuación se procede a describir la ejecución de las veredas de hormigón que se unen con las rampas de la pasarela peatonal, su función va a ser tanto para uso peatonal como para ciclo vía. Las mismas están hechas con un tipo de hormigón H-17 proveniente de la planta Loma Negra, este tipo de hormigón tiene un fraguado mucho más lento que el que el hormigón H-35 con los que se hicieron los pavimentos de la obra. Si no se hace un cuidado adecuado pueden aparecer fisuras plásticas que no son estructurales, pero estas afectarían solo los 3 cm superiores de todo el paquete de la vereda. Esto es porque la parte superior al estar más expuesta al viento se seca más rápido que el resto y el paquete se contrae de forma distinta no siguiendo un comportamiento monolítico de todo el paquete como debería ocurrir. Para evitar esto se toman ciertos recaudos de forma de proteger al hormigón de los agentes externos como la exposición al viento y al sol, que hacen que el hormigón vaya perdiendo humedad de forma desigual. Para esto se utiliza un producto llamado ANTISOL en donde su función es formar una película plástica de forma de que la pérdida de humedad sea pareja en todo el paquete.

A su vez otro factor a tener en cuenta a la hora de realizar esta vereda peatonal es garantizar la rugosidad, utilizando una rugosidad estándar; en los pavimentos la misma sirve para evitar el hidroneo de los autos, mientras que la rugosidad en las veredas sirve para evitar que las personas se resbalen.

La rugosidad se consigue haciendo pasar una bolsa de arpillera sobre la superficie de hormigón, para nuestro caso la misma se logró a través de un método de encintado que es mediante una faja usada por dos personas una en cada extremo que realizan movimientos a un lado y otro de la vereda.

Uno de los factores que pueden afectarla son los factores externos como la temperatura, o por las componentes propias del hormigón como los son: el agua, el cemento, los agregados, aditivos, el curado.

El agua, ya que a mayor cantidad de agua, mayor será la tendencia al agrietamiento, debido a que las capas del paquete de la vereda no se secarán de forma uniforme, sino que se secarán primero

las de arriba mientras el fondo aún sigue fresco, incrementando la contracción y reduciendo la resistencia.

El curado: el secado rápido del hormigón fresco en las veredas, puede hacer que la superficie sufra una contracción por secado restringida por la capa inferior, generando grietas por contracción plástica.

Los aditivos: los reductores de agua disminuye la contracción por secado, los retardantes incrementan la deformabilidad del hormigón disminuyendo el agrietamiento. Los aceleradores aumentan la contracción, pero al aumentar la resistencia no ocasionan agrietamiento.

El agrietamiento produce: contracción plástica (hormigón fresco), restricciones y cambios volumétricos.

El secado prematuro de la superficie es una causa de contracción plástica y conviene proteger la superficie de hormigón de los efectos del sol y viento rasante, por lo cual es recomendable la colocación de barreras contra el viento y el sol. Cuando se realicen juntas acerradas, estas deben hacerse lo más pronto posible de endurecido el hormigón para que no se produzca agrietamiento.

El proceso constructivo para esta vereda se explica a continuación: con una retro-excavadora se retira el suelo vegetal y se agrega una base, en caso de no colocar base se puede compactar el terreno utilizando canguritos.



FIGURA 194: Extracción del suelo vegetal con retroexcavadora.

Luego cuando tenemos lista la superficie se utiliza un nivel de manguera para darle las medidas correspondientes a la vereda. Las dimensiones de la misma son 2,60 m desde el cordón, 8 cm de espesor del paquete y 1,60 m de ancho. Desde el cordón se deja un espacio de suelo vegetal,

dejando 2,60 m de lado a lado y dando una elevación (pendiente) de 1 cm realizada con el nivel de manguera, de forma que un extremo quede más alto que el otro (mirándolo transversalmente) para que el agua escurra hacia el espacio de suelo vegetal regándolo y el resto que vuelque al cordón.



FIGURA 195: Verificación de la pendiente con nivel de manguera.



FIGURA 196: Preparación de encofrados.



FIGURA 197: Detalle de los encofrados de madera y metal.

Luego se construye el encofrado en todo lo largo garantizando ancho y espesor correspondiente. Luego se procede a construir las juntas de dilatación que se materializan usando telgopor, estas se disponen cada 27 m a 30 m a todo lo largo, su función es para que al contraerse lo haga en paños menores y no se fisure.



FIGURA 198: Juntas de dilatación dispuestas cada 30 m.

Construidas las juntas de dilatación se vuelca el hormigón y con pala se distribuye en toda la superficie, los operarios en este caso deben utilizar botas de goma. Luego se alisa la superficie a medida que se avanza con el hormigón hasta completar los 30 m.



FIGURA 199: Distribución del hormigón en toda la superficie.



FIGURA 200: Emparejado de la superficie de la vereda.



FIGURA 201: Alisado y rellenado oquedades.

Luego usando una faja como se explicó anteriormente se le da la rugosidad correspondiente y con fratás se dan las últimas terminaciones rellenando y alisando las partes de los bordes que quedaron desparejas.



FIGURA 203: Método de encintado para dar rugosidad.



FIGURA 202: Fratás para terminación.



FIGURA 204: Antisol en toda la superficie de la vereda.

Antes de que el hormigón pierda su humedad, se coloca un producto de color blanco llamado antisol con una mochila, este producto controla que la pérdida de agua sea uniforme en toda la superficie. Una forma práctica para colocar el antisol en tiempo y forma es observando el brillo de la superficie de hormigón, cuando este está opaco significa que ha perdido demasiada humedad y se contrae primero la parte superior y luego el fondo del paquete porque allí la pérdida de humedad se da con mayor tiempo.

El antisol hace que se forme una película que rodea a todo el paquete de forma de garantizar un secado uniforme para toda la masa, que si no se aplica no se lograría por la exposición al sol y al viento.



FIGURA 205: Espesor del paquete 8 cm.



FIGURA 206: Ancho de 1,60 m.

6.6. HIGIENE Y SEGURIDAD

Esta tarea es la que mantiene la relación entre la empresa y los subcontratista, llevarla a cabo con responsabilidad es muy importante ya que su función es proteger la vida de las personas adoptando medidas de seguridad para evitar cualquier peligro o imprevisto.

Cada obra debe tener a cargo un ingeniero asesor que se encarga de controlar, comunicar y capacitar a las personas que van a realizar la tarea. El asesor de higiene y seguridad se encarga de asesorar e informar al jefe de producción cuál es la situación actual de cada subcontratado antes de dar comienzo con la tarea, es el jefe de producción quien toma la decisión si se sigue o no con la misma.

Los controles se realizan en dos etapas: una primera etapa es la parte legal, en esta se verifica que cada subcontratista esté en norma para poder realizar su trabajo. Para esto el ingeniero asesor de higiene y seguridad de la empresa es el responsable de hacer cumplir todos los requerimientos necesarios para poder llevar a cabo la tarea para la cual los subcontratistas fueron contratados y a su vez informar a los profesionales que se encuentran a cargo de la obra las situaciones que se presentan.

Una segunda etapa consiste en hacer un control específico para cada tarea antes de comenzar a realizarla. Esto es mediante la utilización de planillas estandar formuladas por la misma empresa, en donde se registran los detalles de cada actividad, las medidas de seguridad necesarias para llevar a cabo la misma, los riesgos presentes en la misma, los elementos personales que necesitan y también en esta planilla se registran las observaciones por parte del ingeniero asesor en donde detalla características relevantes de cada tarea.

Según el tipo de actividad van a ser los riesgos y medidas de seguridad que se tilden en la planilla.

En el caso de que alguna medida necesaria y suficiente para realizar la actividad no sea cumplida, el ingeniero asesor debe registrarlo en la planilla y suspender de inmediato la tarea hasta que no se corrija lo planteado.

Luego este comunicado debe estar firmado por el subcontratista a cargo de la tarea, de forma de informarle el motivo por el cual es suspendida la misma, y además de comunicar, la función de la higiene y seguridad es capacitar a cada persona sobre la concientización acerca de las medidas que debe seguirse para evitar cualquier situación que ponga en riesgo la vida.

En caso de que el ingeniero que tiene a cargo la obra decidiera seguir con la tarea a pesar de que no se respeten las medidas de seguridad, de inmediato el asesor de HyS abre un acta en la que responsabiliza al ingeniero a cargo de la obra la vida de cada operario, ya que es una carga penal, el ingeniero a cargo decide si se realiza o no con las condiciones presentes. Generalmente esto no

ocurre, siempre se adoptan medidas para evitar situaciones que pongan en peligro la vida de los operarios.

A continuación se adjuntan las planillas en las que se registran los controles de cada actividad

Los requisitos necesarios de Higiene y Seguridad en el Trabajo para subcontratistas se presenta en la siguiente planilla, en donde se detalla la documentación que debe ser presentada en la oficina de prevención de riesgos, que se encuentra en el obrador, antes de comenzar con los trabajos, sin excepción, en caso contrario no se podrá comenzar con las tareas.

Luego el ingeniero a cargo del área de la Higiene y Seguridad del trabajo hace un relevamiento en la obra detallando los riesgos presentes para la tarea especificada, este paso se llama A.T.S. (Asignación del Trabajo Seguro) utilizando una planilla en la cual se detalla responsable a cargo, fecha y hora, el sector de la obra y la tarea que están llevando a cabo; indicando con un tilde los riesgos presentes en la tarea especificada.

En caso que el ingeniero responsable en la Higiene y Seguridad de la empresa registre algún riesgo en la realización de la tarea, después de haber recibido la capacitación correspondiente, se elaborará un acta de detección de riesgos y medidas correctivas a tomar, siendo firmada por el puntero o capataz subcontratado, el jefe de obra y el asesor en Higiene y Seguridad de la obra, en donde se detallan los riesgos que se vieron y las medidas correctivas a implementar. Porque como se mencionó antes la seguridad es una responsabilidad penal que recae sobre el profesional a cargo, es por esto que es de suma importancia hacerla cumplir.

SUB CONTRATISTA / FLETERO:						
MES:						
		PRESENTÓ				
Referencias		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIÓN	MODALIDAD
1	PROGRAMA UNICO DE SEGURIDAD PARA LA OBRA APROBADO POR ART.				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
2	AVISO DE INICIO DE OBRA A LA ART.				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
3	AVISO DE INICIO DE OBRA AL CyMAT (MINISTERIO DE TRABAJO DE CÓRDOBA)				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
4	CERTIFICADO DE COBERTURA DE LA ART Y LISTADO DE PERSONAL CUBIERTO.				Sub Contratistas y Fleteros	MENSUAL
5	NOMBRE Y APELLIDO DEL PROFESIONAL RESPONSABLE DEL SERVICIO DE SEGURIDAD Y SU HABILITACION Nº DE TELEFONO PARA CONTACTAR EN CASO DE URGENCIA O EMERGENCIAS.				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
6	PROGRAMA MENSUAL DE VISITAS A OBRA DEL PROFESIONAL HABILITADO, DE ACUERDO A LA AFECTACION DE HORAS PROFESIONALES / CANTIDAD DE				Sub Contratistas	MENSUAL
7	PROGRAMA DE CAPACITACION.				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
8	PLANILLA DE ASISTENCIA A CAPACITACION, FIRMADA POR TODO EL PERSONAL INVOLUCRADO EN OBRA.				Sub Contratistas y Fleteros	MENSUAL
9	CONSTANCIA DE ENTREGA DE E.P.P.				Sub Contratistas y Fleteros	MENSUAL
10	SEGUROS DE LOS AUTOMOTORES QUE SE UTILIZARAN EN OBRA (PÓLIZA Y CUPÓN DE PAGO MENSUAL)				Sub Contratistas y Fleteros	MENSUAL
11	CONSTANCIA DE SEGURO CONTRA ACCIDENTES PERSONALES POR LA SUMA DE \$ 480.000 PARA EL PERSONAL NO ASEGURADO POR ART (Ej.: dueños o personal contratado).				Sub Contratistas y Fleteros	MENSUAL
12	AFICHE DE LA ART CON LOS NUMEROS DE EMERGENCIAS PARA CASO DE ACCIDENTES.				Sub Contratistas y Fleteros	ÚNICA VEZ
13	LISTADO DE PRESTADORES MEDICOS DE LA ZONA DE OBRA, PARA DERIVACION EN CASO DE ACCIDENTES.				Sub Contratistas y Fleteros	ÚNICA VEZ
14	DOCUMENTACION DE LA ART, PARA CASO DE ACCIDENTES DE TRABAJO. (Ej.: en nuestro caso: CONSOLIDAR ART "SOLICITUD DE ATENCIÓN")				Sub Contratistas y Fleteros	ÚNICA VEZ
15	CERTIFICADO VIGENTE DE EQUIPOS DE IZAJE, PILOTAS (EXCLUYENTE)				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
16	CARNÉ HABILITANTE DE ENTIDAD OFICIAL AUTORIZADA Y VIGENTE DE OPERADOR DE EQUIPOS DE IZAJE, PILOTAS, PERFORADORAS, ETC. (EXCLUYENTE)				Sub Contratistas	ÚNICA VEZ
17	CARNÉ DE CONDUCIR SEGÚN VEHÍCULO (Camión / Auto/ Etc)				Sub Contratistas y Fleteros	ÚNICA VEZ
18	ITV (Inspección Técnica Vehicular) o RTVO (Revisión Técnica Vehicular Obligatoria), (Según Corresponda (autos, camiones)) EXCLUYENTE				Sub Contratistas y Fleteros	ÚNICA VEZ
19	TARJETA VERDE, TÍTULO DEL AUTOMOTOR				Sub Contratistas y Fleteros	ÚNICA VEZ

Tabla 16: Documentación que deben presentar los subcontratistas para poder realizar su trabajo en la obra.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

Introducción:

A modo de cierre, en el presente capítulo se presentan las principales conclusiones a las que se llegó a partir de la experiencia laboral durante la ejecución de la Práctica Profesional Supervisada. Las mismas desglosadas en una personal y una técnica.

7.1. CONCLUSION PERSONAL

Cabe destacar que más allá de las conclusiones de carácter técnico que se generaron del presente trabajo de la Práctica Profesional Supervisada, las tareas desempeñadas en obra y el contacto directo con su realidad forjaron una valiosa vivencia laboral, que posibilitó comprender una diversidad de situaciones del día a día en el proceso de la obra vial y como se solucionan las mismas. Como así también, percibir como se establecen las relaciones interpersonales de los distintos sujetos intervinientes a lo largo de la obra.

Por lo que se concluye que la experiencia dada por esta práctica profesional permitió afianzar y aplicar los conceptos adquiridos en las diferentes materias de la carrera de Ingeniería Civil, como la Geotecnia, Hormigón, la Hidráulica, Higiene y Seguridad y Proyecto.

7.2. CONCLUSION TÉCNICA

Se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Para la realización del seguimiento de la ejecución de las fundaciones y montaje de las pasarelas se sigue un procedimiento que involucra varias disciplinas y profesionales, entre las que podremos nombrar topografía, hidráulica, vial, geotecnia, hormigón, higiene y seguridad, estructural.
- Los trabajos de Geotecnia realizados permitieron establecer la profundidad de la fundación, encontrando un buen horizonte en el estrato dos, en el manto de arena limosa. La cota de fundación se estimó entre los 12,0 y 13,0 metros aproximadamente, variando en distintos sectores del terreno. También se pudo observar que no hay presencia inmediata del nivel freático cercano a las fundaciones.
- De la experiencia de los trabajos realizados en la inspección de la obra, se puede concluir que si bien todas las tareas deben ser inspeccionadas, debe darse especial cuidado al control de la construcción de las fundaciones. En las fundaciones se verifica en primera instancia y fundamentalmente que la profundidad sea la especificada en el proyecto. Todos los elementos de hormigón deben ser inspeccionados antes de que se realice el colado. Controlando sus dimensiones, armaduras, y su limpieza.

En lo que respecta a excavaciones en general se debe hacer hincapié en el control de los taludes, acceso con adecuadas dimensiones para permitir la circulación adecuada de la maquinaria como: pala cargadora, retroexcavadora, bobcat y además garantizar una superficie segura para que apoye la máquina pilotera.

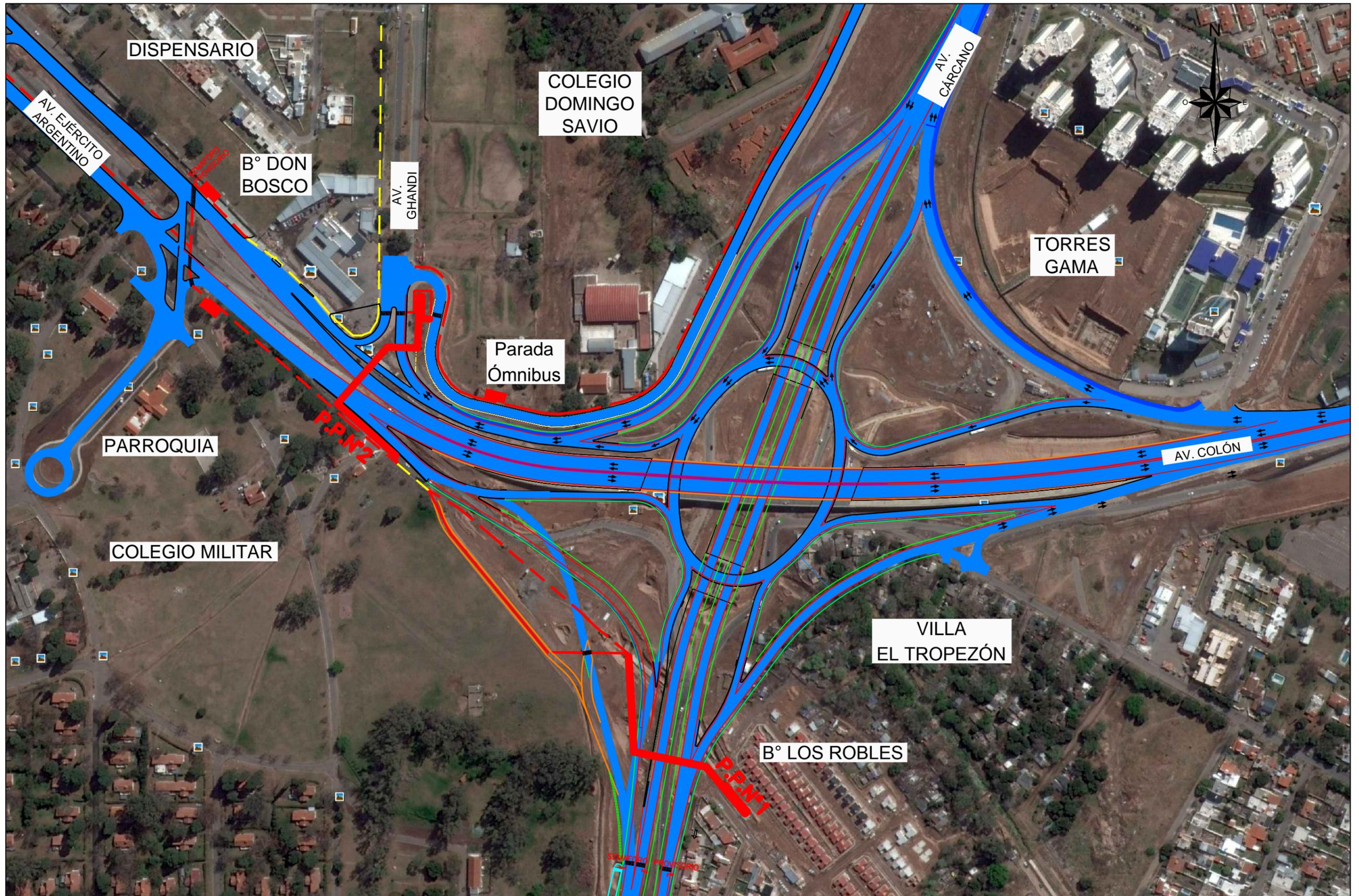
Un punto fundamental a destacar es la documentación técnica de la obra, ya sea que los planos de proyecto sean claros, precisos y consistentes, para poder ejecutar de manera adecuada, cada paso de la excavación y los demás ítems. También es importante que la documentación (libro de comunicaciones) que mantiene en relación constante al contratista (la UTE) con el comitente (Vialidad de la Provincia), esté ordenada, organizada y actualizada de forma constante con el fin de mantener una buena comunicación entre las partes.

BIBLIOGRAFÍA

- Asistencia técnica para terraplenes de acceso (GEOS, 2014).
- Acindar- Grupo Arcelor Mittal (2011), sac@acindar.com.ar, 10 Febrero 2016.
- Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería geotécnica, Cengage Learning.
- Catálogo DARACEM 19, 2008, http://www.oteminca.com.ve/productos_grace_2.html, 28 Enero 2016.
- Catálogo MIRA 301, 2008, https://gcpat.com/construction/esar/Documents/mira301_ARG_2014.pdf, 28 Enero 2016.
- Diario Día a Día, (31 de Marzo 2016), En 20 días se termina la primera pasarela del Topezón (Nicolás Bravo).
- Diario La Voz del Interior, (1 de Abril 2016), *Colocan Pasarelas en El Tropezón*, J. Cortez.
- Estudio de cálculo (INGROUP, 2016).
- Estudio de Impacto de tránsito (Vanoli y Asociados, 2013).
- Estudio de suelos para Nudo Vial (GEOS, 2013).
- Fritz Leonhardt, (1936), Leonhardt Tomo III, El Ateneo.
- Informe técnico Hormiblock (2016).
- Modificaciones ítem Pasarelas peatonales.
- Norma IRAM 1524 (2004).
- Norma IRAM 1546 (1546).
- Productos premoldeados catálogo, www.tecnyconta.es, 25 Abril 2016.
- Pliego General de Especificaciones Técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad (Edición 1998).
- Reglamento CIRSOC 201- Tomo I (1982).
- Rodolfo Orlor, Diseño básico de hormigón estructural según CIRSOC 201/05, Universitas.



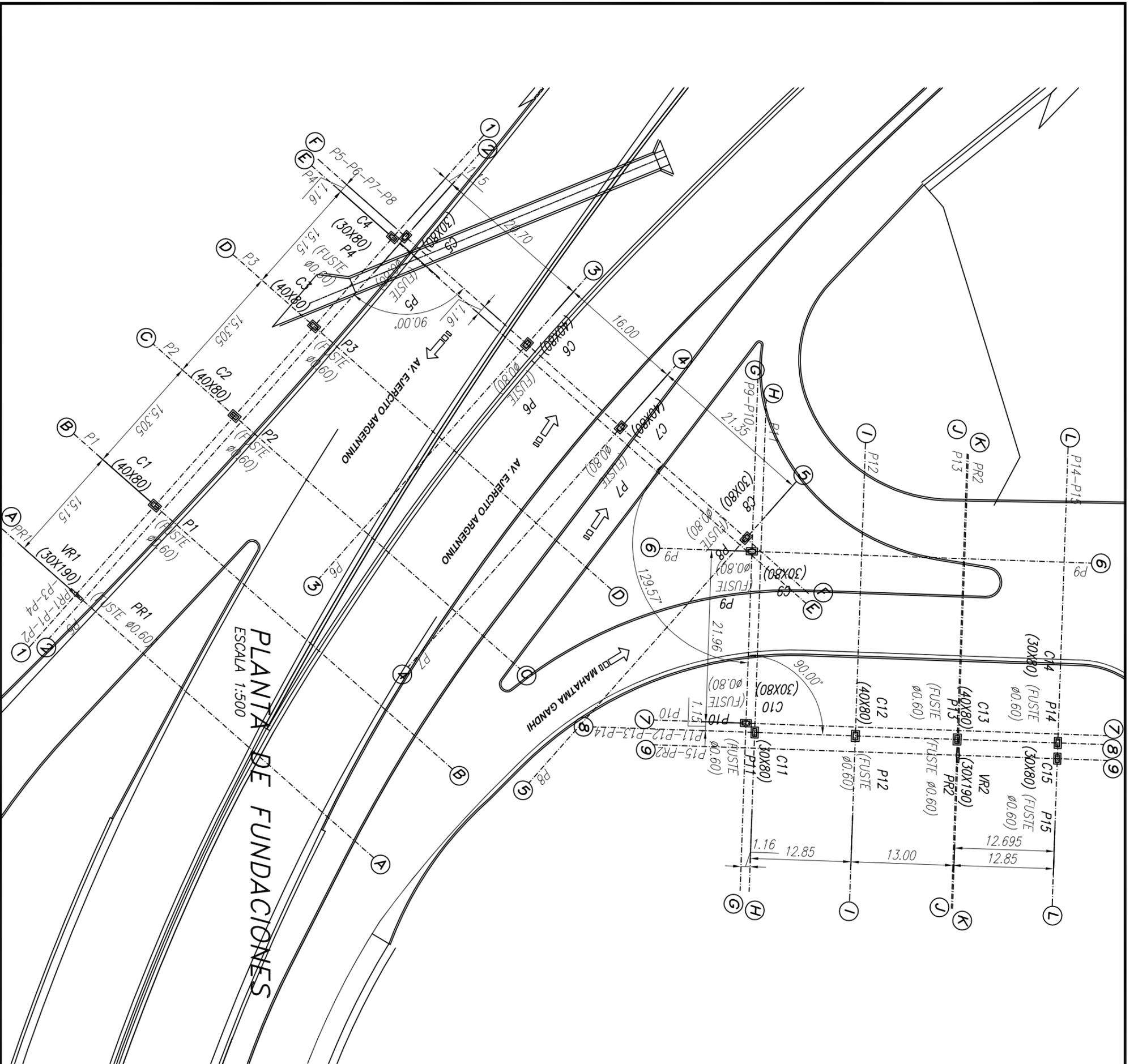
ANEXOS



PROYECTO: CIERRE AVENIDA de CIRCUNVALACION A019
 A LA CIUDAD de CORDOBA
 TRAMO: Dist. Ruta Prov. N°5 – Dist. Avenida Spilimbergo
 SECCION: Variante Pueyrredón-Distribuidor Av. Colón

PASARELAS Y VEREDAS
 PEATONALES

COLOR	ROJO (1)	AMARILLO (2)	VERDE (3)	CELESTE (4)	AZUL (5)	MAGENTA (6)	BLANCO (7)	(8)	(9)	(10)	(22)	(150)	GRIS (254)	RESTO
PUNTAS DE PLOTEO	7 0,1	7 0,2	7 0,3	7 0,4	7 0,5	7 0,6	7 0,2	7 0,8	7 0,2	7 0,1	22 0,2	150 0,2	254 0,2	0,2



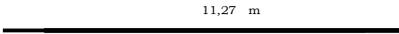
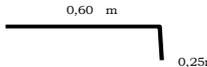
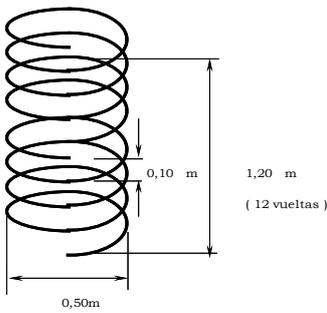
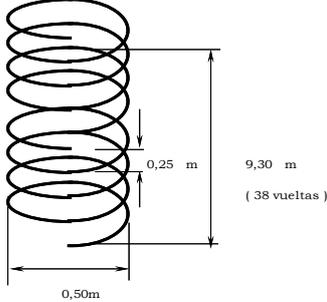
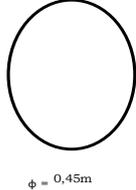
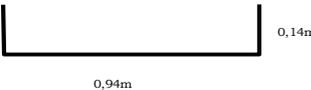
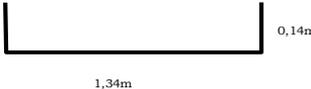
REV.	FECHA	DESCRIPCION
3		
2		
1		

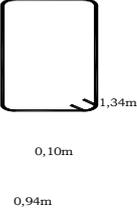
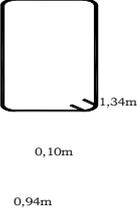
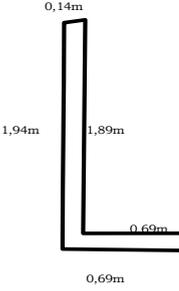
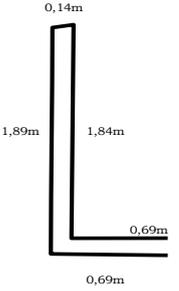
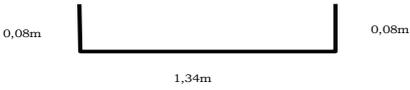
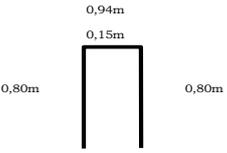
OBRA:	PASARELA PEATONAL N°2 SOBRE CALLE GANDHI TROPEZON		PLANO:	04	
PROYECTO:	INGROUP	DIBUJÓ:	M. AGOSTINI	INDICADAS	
REVISÓ:	INGROUP	ARCHIVO:	PPN*2-04_RO.dwg		
PLANO:	PLANTA DE FUNDACIONES			FECHA:	OCT-2015
REV.:	0			ESC.:	INDICADAS

NOTA:
 VERIFICAR EN OBRA QUE EL PLOTEO ALCANCE EL ESTRATO II DE ARENA LIMOSA CON GRAVIAS Y PENETRAR AL MENOS UN (1) METRO EN DICHO ESTRATO.

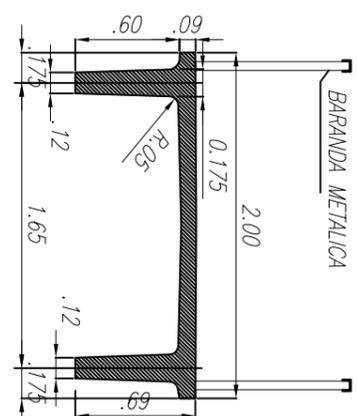
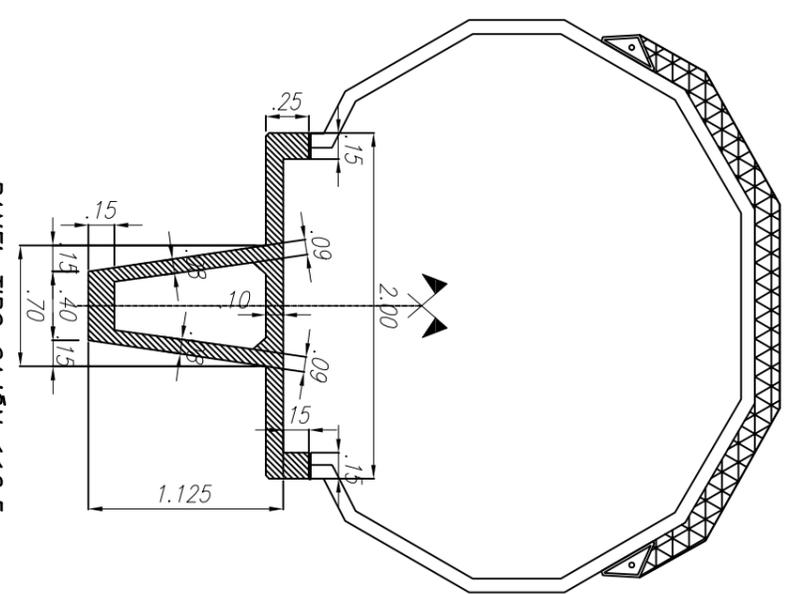
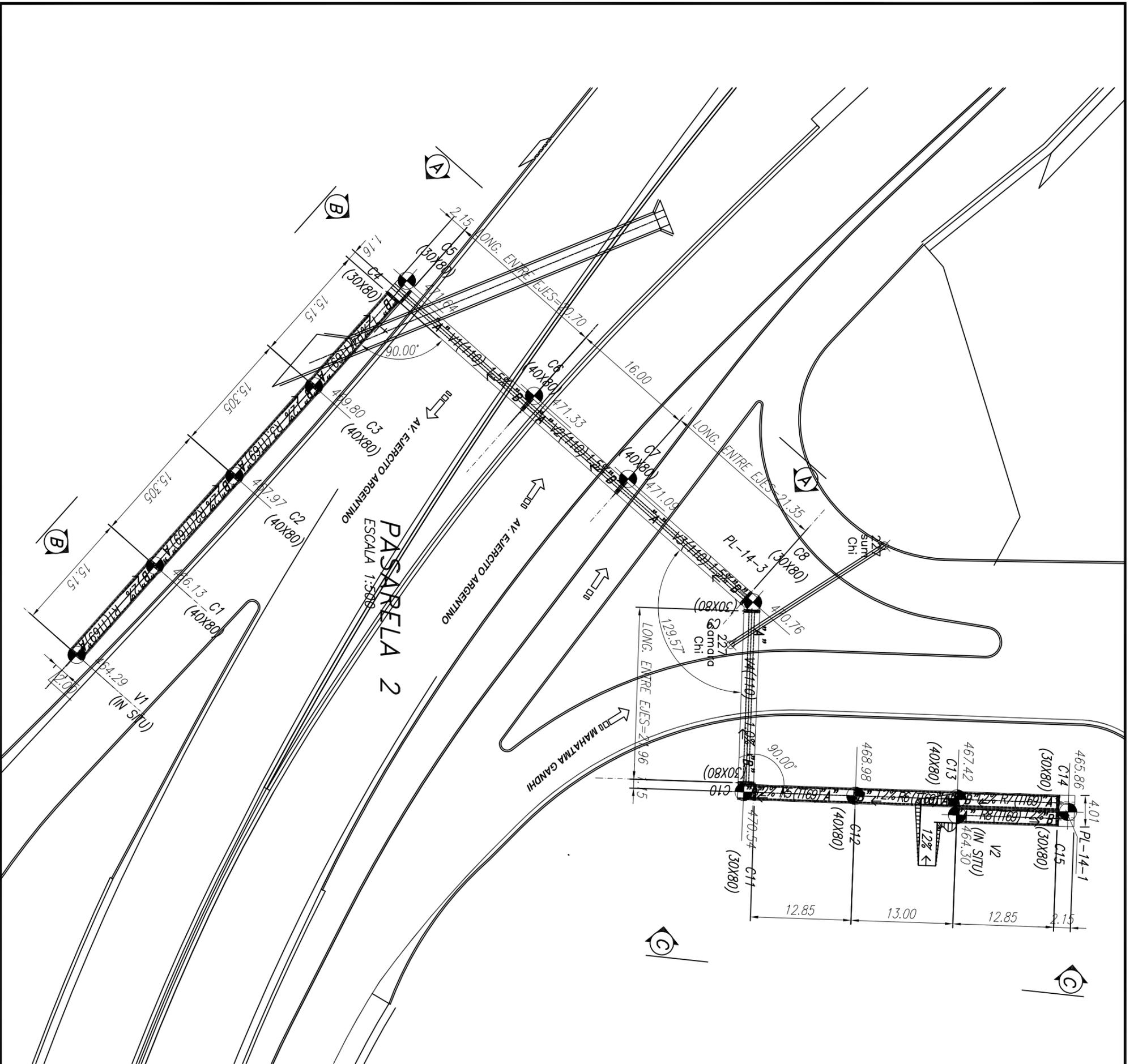


PLANILLA DE ARMADURA

Pos.	TIPO Y FORMA DE LOS HIERROS	Partes iguales	Φ	L emp	Peso unit. [Kg/m]	Long de Corte [m]	Sep. [m]	Cant	Peso total [Kg]
1		2	25		3,853	11,27 m		12	Kg 1.042,2
1		2	25		3,853	0,85 m		12	Kg 78,60
2a		2	8	0,40 m	0,395	19,25 m		1	Kg 15,2
2b		2	8	0,40 m	0,395	61,29 m		1	Kg 48,4
		1	20		2,466	1,42 m		4	Kg 14,01
CUENCO									
3		2	6		0,222	1,22 m		14	Kg 7,6
4		2	6		0,222	1,62 m		14	Kg 10,1

5		2	12	0,888	4,76 m	8	Kg	67,6	
6		2	8	0,395	4,76 m	13	Kg	48,9	
7		2	12	0,888	5,35 m	8	Kg	76,0	
8		2	10	0,617	5,25 m	8	Kg	51,8	
10		2	10	0,617	1,50 m	0,08 m	40	Kg	74,0
11		2	10	0,617	1,10 m	0,08 m	40	Kg	54,3
12		1	10	0,617	1,75 m	12	Kg	12,96	
Total						187	Kg1.601,70		

COLOR	ROJO (1)	AMARILLO (2)	VERDE (3)	CELESTE (4)	AZUL (5)	MAGENTA (6)	BLANCO (7)	(8)	(9)	(10)	(22)	(150)	GRIS (254)	RESTO
PUNTAS DE PLOTEO	7 0,1	7 0,2	7 0,3	7 0,4	7 0,5	7 0,6	7 0,2	7 0,8	7 0,2	7 0,1	22 0,2	150 0,2	254 0,2	0,2

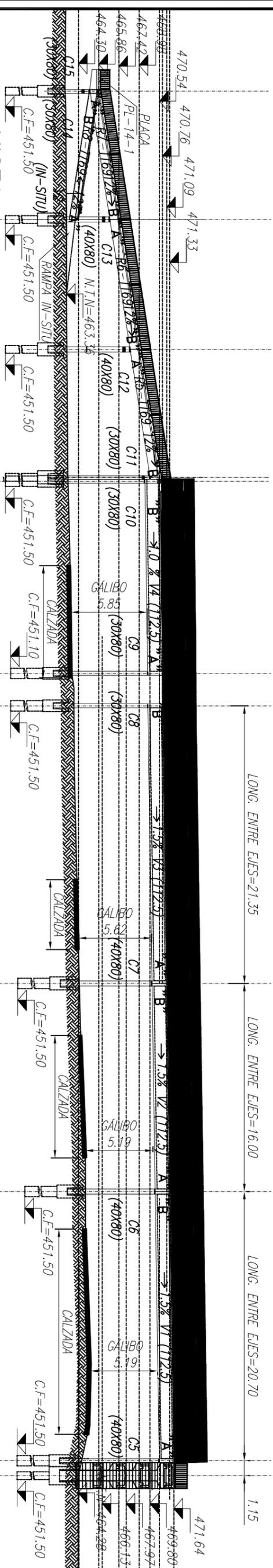


6					
5	30/10/15	MODIFICACIONES VARIAS			
4	27/09/15	CORDON SECCION CAJON			
REV. FECHA		DESCRIPCION			
OBRA:	PASARELA PEATONAL N°2 SOBRE CALLE GANDHI TROPEZON		PLANO:	02	
PLANO:	PLANTA GENERAL		REV.:	5	
PROYECTO:	INGROUP	DIBUJO:	M. AGOSTINI	FECHA:	SEP-2015
REVISO:	INGROUP	ARCHIVO:	PPN*2-02_R5.dwg	ESC.:	INDICADAS

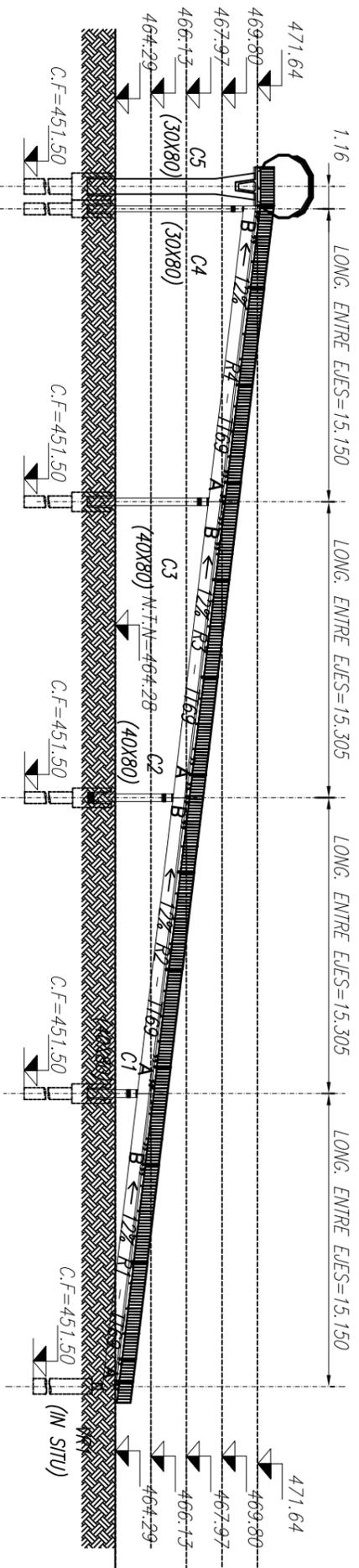
COLOR	ROJO (1)	AMARILLO (2)	VERDE (3)	CELESTE (4)	AZUL (5)	MAGENTA (6)	BLANCO (7)	(8)	(9)	(10)	(22)	(150)	GRIS (254)	RESTO
PUNTAS DE PLOTEO	7 0,1	7 0,2	7 0,3	7 0,4	7 0,5	7 0,6	7 0,2	7 0,8	7 0,2	7 0,1	22 0,2	150 0,2	254 0,2	0,2

LAMINA A3

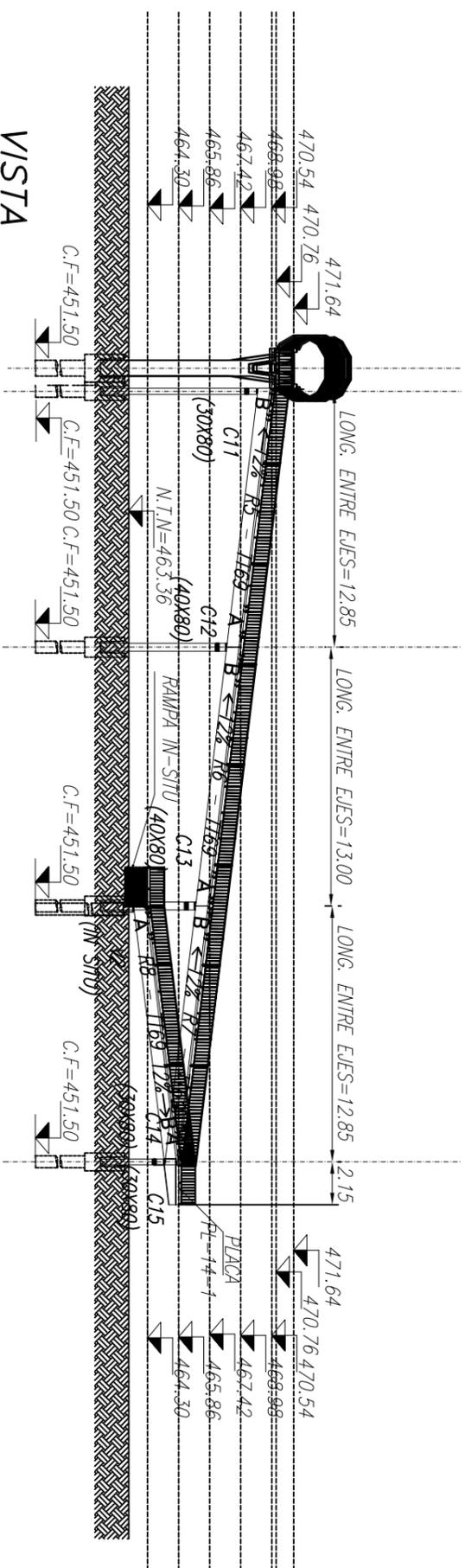
VISTA
FRONTAL A-A
ESCALA 1:300



VISTA
LATERAL B-B
ESCALA 1:300



VISTA
LATERAL C-C
ESCALA 1:300



3		
2		
5	30/10/15	APOYOS C14-C15
REV.	FECHA	DESCRIPCION

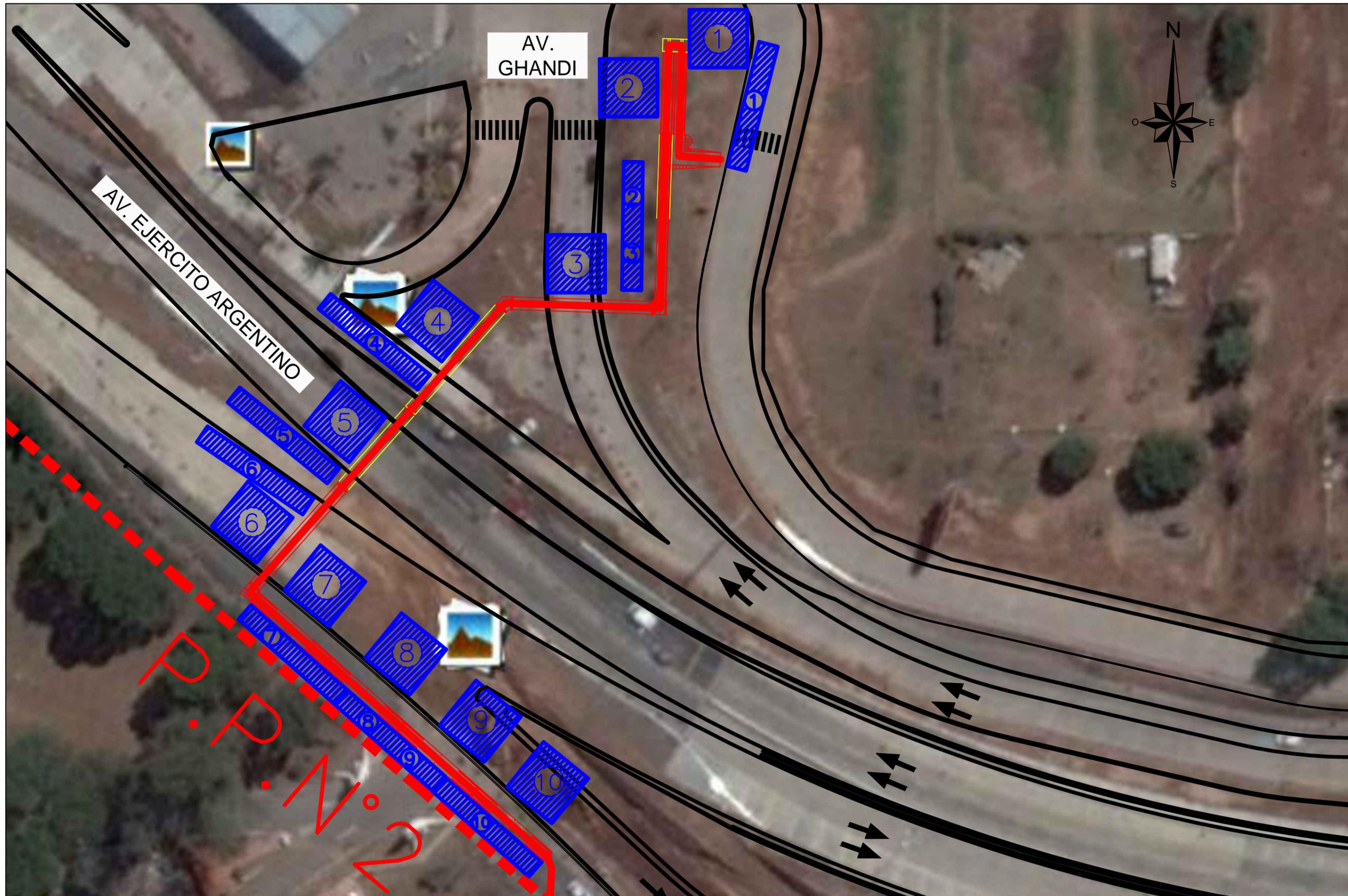
ESTRUCTURAS
PRETENSA
OFICINA DE PROYECTOS

OBRA:
PASARELA PEATONAL N°2
SOBRE CALLE GANDHI
TROPEZON

PLANO:
CORTES GENERALES

PROYECTO: INGRUP
DIBUJÓ: M. AGOSTINI
REVISO: INGRUP

FECHA: SEP-2015
ESC.: INDICADAS
PPN*2-03_R5.dwg



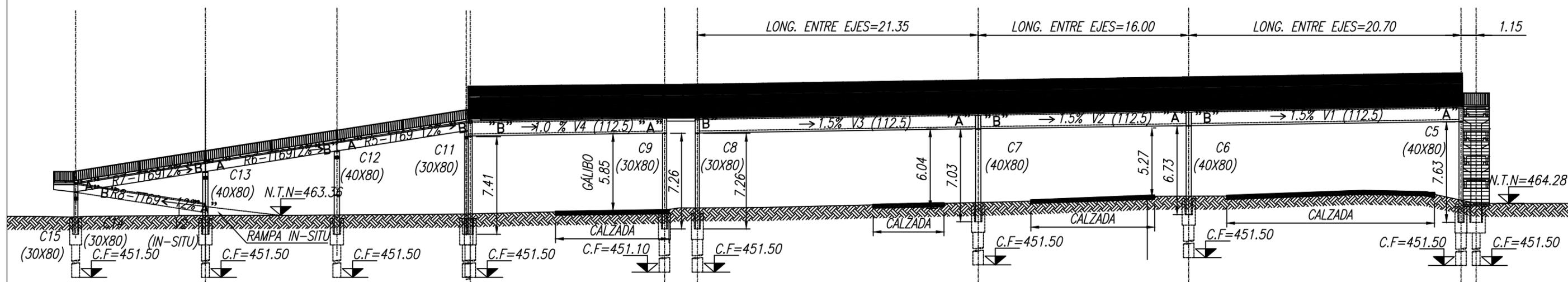
1 Superficie Grúa (9 x 9 mts.)

Superficie Camión (3 x 20 mts.)

TRAMO: Avenida Colon y Ejercito Argentino.
SECCION: Variante Avenida Ghandi.

DISTINTAS UBICACIONES
DE GRÚA Y CAMIÓN

VISTA
FRONTAL A-A
ESCALA 1:300



OBRA: CONSTRUCCIÓN NUDO VIAL "EL TROPEZÓN".
Pasarela Peatonal N° 2.
SECCION: Variante Av. Gandhi-Distribuidor Av. Colón.
PLANO: Vista Frontal A-A
ESCALA: 1:300

CONTROL DE GALIBOS
PASARELA PEATONAL N°2.