



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Reparación del muelle de pesca de Tasa

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Becerra Risco, Paulo Cesar
ORCID: 0000-0002-8972-2266

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor

Becerra Risco, Paulo César

DNI: 40977211

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Córdova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Ponce Filios, José Luis

DNI: 09500891

ORCID: 0000-0001-6065-3538

JURADO 3

Huerta Campos, Carlos Alberto

DNI: 09313271

ORCID: 0000-0003-3758-3126

JURADO 4

La Cruz Aguirre, Jorge Luis

DNI: 08569056

ORCID: 0000-0003-0046-2275

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DEDICATORIA

A mi Padre y a mi Madre, para que puedan
descansar en paz.

AGRADECIMIENTO

A mi Padre, por prepararme para cualquier dificultad e insistir en que termine esta hermosa carrera.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: DESARROLLO DEL PROYECTO REPARACIÓN MUELLE TASA.....	3
1.1 Condiciones de sitio.....	3
1.2 Planificación del trabajo.....	3
1.3 Aspectos generales.....	5
1.4 Análisis del ciclo.....	6
1.5 Definición de extracción e hincado de pilote.....	9
1.6 Características generales del muelle.....	9
1.7 Personal y Equipos:.....	10
CAPÍTULO II: TRABAJOS PRELIMINARES.....	11
2.1 Elementos pre fabricados de concreto.....	11
2.2 Fabricación de pilotes.....	15
2.3 Fabricación de estructura de hincado.....	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	23
3.1 Desmontaje de elementos estructurales.....	23
3.2 Montaje de elementos.....	24
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ciclo de hincado..	6
Tabla 2 Ciclo de hincado detallado.....	8
Tabla 3 Cronograma acelerado	12
Tabla 4 Hincado de todos los pilotes.	28
Tabla 5 GID-CA-A-002 Control de Mezclas de Concreto	30
Tabla 6 GID-CA-A-002 Control de Mezclas de Concreto	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Viga transversal o cabezal.....	12
Figura 2. Moldes y acero de vigas transversales o cabezales	13
Figura 3. Llenado de Vigas Transversales o Cabezales.	13
Figura 4. Losas prefabricadas.	14
Figura 5. Empotramiento de Pilotes.	16
Figura 6. Croquis hechos en Obra.	17
Figura 7. Croquis Hechos en Obra.	18
Figura 8. Estructura metálica.	19
Figura 9. Estructura metálica.	19
Figura 10. Guía para pilotes.....	20
Figura 11. Gansos.	21
Figura 12. Casete.	22
Figura 13. Formato de hincado de pilotes metálicos.	26
Figura 14. Vaciado de mortero entre pilote y tubo de PVC	29
Figura 15. Plataforma de trabajo	31
Figura 16. Montaje de Viga Transversal	32
Figura 17. Montaje de viga.....	33
Figura 18. Concreto en viguetas	35
Figura 19. Vaciado de concreto de 2da fase en Viga Transversal.....	35
Figura 20. Carguío de Losas.....	36
Figura 21. Montaje de losas.....	37

INTRODUCCIÓN

RyM Proyectos es una empresa constructora especializada en obras marítimas en general, con muchos años en el mercado y con más de 50 obras. Por mencionar algunas:

- Muelle Cosmos Talara
- Muelle Embarcadero Peatonal Terminal Pesquero Talara
- Embarcadero ZETA GAS
- Varadero Maggiolo Oquendo
- Muelle Tasa Callao Norte
- Muelle Vikingos Tasa
- Puente Centro Naval Ancón
- Muelle Portofino
- Muelle Tasa Chimbote Norte
- Muelle Caleta La Cruz
- Muelle 1 ENAPU Chimbote
- Varadero SIMA Chimbote

A mediados del año pasado envié mi CV para postular a una obra en Máncora, llegué tarde para esa obra. Sin embargo, RyM Proyectos me ofreció el puesto de residente para la obra de reparación en TASA. La obra consistía en la eliminación y reemplazo de 19 ejes de muelle de pesca. El plazo era de 3.5 meses a iniciar el 5 de Agosto del 2019. Por motivos internos de la empresa, iniciamos obras el 3 de Septiembre, con un mes de atraso.

Yo tenía experiencia en el tema de hincado de pilotes, habiendo participado en obras grandes con parte marítima, siempre vi un poco de cada partida que había. Sin embargo nunca había retirado pilotes en mar, actividad que se considera sumamente riesgosa.

Mi experiencia en general es la siguiente:

Movimiento de tierras, voladura, acopio de grandes cantidades de roca para aplicación en rompeolas.

Obras civiles industriales, construcción de almacenes para minería, muros de contención, cimentación para fajas transportadoras, estaciones eléctricas.

Construcción del viaducto elevado del tren eléctrico, construcción de la estación Arriola del mismo.

Construcción de planta para prefabricados, y los mismos prefabricados para aplicación en muelles.

Mi experiencia específica para obtener este trabajo:

Participé de la construcción del muelle de Melchorita, esto incluye la colocación de roca de filtro, utilizando una barcaza con compuerta submarina. El hincado de pilotes, utilizando una plataforma móvil "jack up" para la instalación de Dolphins. Y por último, incluye una breve participación en la construcción del rompeolas principal de Melchorita, de 1 Km de largo, a 1.5 Kms de la orilla.

CAPÍTULO I: DESARROLLO DEL PROYECTO REPARACIÓN MUELLE

TASA

1.1 Condiciones de sitio

La obra se sitúa en las instalaciones de la planta TASA CALLAO en el distrito de Oquendo, en el Callao. El clima es típico limeño, bastante estable. El mar es relativamente tranquilo, hay oleaje, pero no lo considero particularmente bravo comparado con otros lugares donde he trabajado. También porque dimos inicio de obra en el eje 26, ya que esta es una 2da etapa de reparación, la primera etapa fue hasta el eje 25, que incluye una zona de splash. No tuvimos ningún día de para por condiciones marítimas.

1.2 Planificación del trabajo

Para poder planificar la obra, lo principal era analizar el Ciclo de hincado, ya que cuando se trata de muelles, el trabajo siempre es repetitivo, es un ciclo, casi como la construcción de un edificio. Hay pequeñas variaciones, pero se puede contar con un tiempo de avance parecido si todo va bien.

Una vez solicitado el número de personal, y los equipos a utilizar, y aprobados por la gerencia, estimamos un avance de 1.5 ejes por semana, para llegar a 2 ejes como meta de producción.

La obra realizada consistió en la extracción de 63 pilotes viejos e hincado de 54 pilotes nuevos, correspondientes a 18 ejes. Cada eje consta de 3 pilotes, dos inclinados y un vertical. Para la extracción de los pilotes viejos, contábamos con un martillo vibratorio marca PILECO modelo 46. Para el hincado de pilotes teníamos a disposición dos martillos Delmag D-12.

Los pilotes viejos a retirar variaban en sección, y algunos tenían protecciones adicionales de concreto, las cuales mostraré en fotos mas adelante. Esto hacía que las maniobras sean peligrosas ya que había una distribución de esfuerzos distinta en todo momento, y los pilotes estaban en mal estado y en cualquier momento se podían romper.

El plazo de obra era de 3.5 meses, para poder lograr este plazo había que producir aproximadamente 1.3 ejes por semana.

En el contrato estaba estipulado que había que garantizar el pase peatonal durante toda la obra. Solo durante las maniobras se suspendía momentáneamente.

Se planificó construir una superestructura colgante, con una pasarela peatonal, diseñada en campo para cumplir dicho propósito. Anteriormente la empresa tenía una metodología en la cual hincaba pilotes provisionales y colocaba una pasarela apoyada en estos, pero para ahorrar un poco de tiempo en el ciclo optamos por una pasarela en voladizo.

Contábamos con una grúa muy antigua, marca Bucyrus, cuyo modelo no estaba muy claro, pero asumíamos que era T-60, y usábamos una tabla de carga cuya capacidad máxima era 60 Ton.

Contábamos con un martillo vibratorio marca Pileco para retirar los pilotes viejos. El martillo funcionaba muy bien, el problema aquí consistía en que la grúa no era la adecuada para utilizar dicho equipo ya que su peso y su radio de giro nos ponía en una maniobra al 90%, y la grúa no presentaba las garantías para hacer maniobras en esos niveles de riesgo, y eso se lo comuniqué en su momento a mi jefe, el GG de la empresa y dueño de la misma, pero él no estaba de acuerdo.

También contábamos con dos camiones plataformas propias, que había que coordinar previamente ya que también servían a otras obras. Y como último recurso tenía una subcontratista a la cual le alquilaba un camión plataforma, esto era para meter pilotes, sacar pilotes viejos, mover losas y vigas.

La fabricación de los pilotes iba a hacerse en un taller provisional, afuera de la obra. No estaba dentro de mis responsabilidades. Mi única responsabilidad era verificar que no me falten y así no perder tiempo del ciclo.

1.3 Aspectos generales

Para lograr que el ciclo de muelle no se interrumpa, es necesario estar bien atento, y planificar bien con las demás áreas el uso de los equipos. En este caso, el equipo crítico era el camión con plataforma, ya que era el único equipo que compartíamos.

Otro aspecto importante del ciclo era tomar la decisión adecuada para atacar los pilotes que teníamos que retirar. Inspeccionando visualmente teníamos que decidir si íbamos a traer el martillo vibratorio, o si íbamos a intentar retirarlos de frente con la grúa. Una mala decisión aquí y perdíamos bastantes horas.

En el primer eje, optamos por usar el martillo vibratorio en el pilote sur. La maniobra se realizó exitosamente, sin embargo, mi capataz y yo pudimos ver que se trataba de una maniobra muy riesgosa, y decidimos no volver a realizarla de no ser absolutamente necesaria. En su lugar, íbamos a sacar los pilotes, con sumo cuidado, con la grúa de frente. Esto a mi jefe no le hacía gracia, él prefería usar el martillo vibratorio a pesar de mi recomendación en contra.

1.4 Análisis del ciclo

El ciclo es la parte más importante de la planificación de este tipo de obras, en las que casi todo se repite una y otra vez, y en esa repetición de los procesos es que encontramos las oportunidades de mejora, eficiencia y perfección que nos hacen ahorrar tiempo y con esto costos. Hay partes que son inamovibles, pero hay otras que con este análisis nos damos cuenta que están de más o que pueden ser modificadas para optimizar recursos. Analizando el ciclo, ver tablas 1 y 2, y calculando nuestros rendimientos en base al personal y equipos que tenemos, podemos generar nuestro cronograma de obra y plantearnos fechas de entrega.

Tabla 1.

Ciclo de hincado

Ciclo de Hincado	
	Actividad
1	Armado de pasarela provisional
2	Finalizar picado de losas (Lado Sur y Norte)
3	Desmontaje de losas viejas (x5 losas)
4	Descarga en plataforma (entran 5 losas)
5	Movimiento de grúa a inicio de muelle
6	Descarga de losas viejas en playa
7	Carga de plataforma de hincado
8	Traslado de grúa y plataforma

9	Montaje de gansos y casete
10	Plataformado
11	Picado conexión VT con pilotes viejos
12	Retiro de VT
13	Eliminación de VT
14	Picado de funda de pilotes (x2 ó x3)
15	Desplazamiento del Martillo Vibrador c/ fuente poder
16	Vibrado de pilotes (x3 ó x4)
17	Desmontaje de Pilotes
18	Eliminación de pilotes viejos
19	Montaje de casete
20	Montaje de guía vertical inferior
21	Transporte de pilotes de playa a muelle
22	Montaje de martillo en guía
23	Parado de pilote vertical
24	Montaje de macaco en pilote
25	Montaje de martillo con guía
26	Hincado de pilote vertical
27	Montaje de Guía inclinada
28	Montaje de macaco en pilote
29	Montaje de martillo en guía inclinada
30	Hincado de pilote inclinado
31	Montaje de Guía inclinada
32	Montaje de macaco en pilote
33	Montaje de martillo en guía inclinada
34	Hincado de pilote inclinado
35	Montaje de fundas de PVC
36	Vaciado de mortero para fundas PVC
37	Trazo de niveles
38	Descabezado de pilotes
39	Alineamiento de Pilotes
40	Montaje de Viga transversal
41	Colocación de mallas metálicas
42	Vaciado de concreto cabezales de pilote
43	Desmontaje de estructura de hincado
44	Montaje de losas
45	Vaciado de viguetas de amarre losas

Nota. Elaboración propia.

Tabla 2.

Ciclo de hincado detallado

Ciclo de Hincado detallado				
Actividad	Tiempo (Hrs.)	Comentarios	Equipos	Personal
1 Armado de pasarela provisional	4		Grua, Oxicorte, Maquina soldar	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
2 Finalizar picado de losas (Lado Sur y Norte)	Paralelo		2 Martillos electricos	2 Peones
3 Desmontaje de losas viejas (x5 losas)	3		Grua, Oxicorte, Camión Plataforma	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
4 Descarga en plataforma (entran 5 losas)	Paralelo	Lo pongo como crítico porque se pierde tiempo moviendo	Grua, Plataforma	Gruero, Chofer, 2 Montajistas
5 Movimiento de grua a inicio de muelle	0.5	la grua para descargar en otro punto.	Grua	Gruero, Vigia
6 Descarga de losas viejas en playa	1	Aparte no contamos con una plataforma dedicada	Grua, Camión plataforma	Gruero, Chofer, 2 Montajistas
7 Carga de plataforma de hincado	0.5	Seria ideal moverlos en plataforma, pero se puede	Grua, Camion Plataforma	Gruero, Chofer, 2 Montajistas
8 Traslado de grua y plataforma	0.5	movilizar con grua	Grua	Gruero, Vigia, Chofer
9 Montaje de ganzos y casete	3		Grua, Oxicorte, Maquina soldar	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
10 Plataformado	2		Grua, Maquina soldar	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), Gruero, 2 ayudantes
11 Picado conexión VT con pilotes viejos	4		Martillos electricos, oxicorte	4 ayudantes
12 Retiro de VT	2		Grua	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
13 Eliminación de VT	1		Grua, Camión plataforma	Gruero, Chofer, 2 Montajistas
14 Picado de funda de pilotes (x2 ó x3)	4		Martillos electricos, oxicorte	4 ayudantes
15 Desplazamiento del Martillo Vibrador c/ fuente poder	0	Se necesita camion para mover la plataforma	Grua, Camion Plataforma	Chofer, Vigia
16 Vibrado de pilotes (x3 ó x4)	3		Grua	Gruero, Chofer, 2 Montajistas, 1 ayudante, Operador martillo vibratorio
17 Desmontaje de Pilotes	2		Grua	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
18 Eliminación de pilotes viejos	2		Grua, Camion Plataforma	Gruero, Chofer, 2 Montajistas, 1 ayudante
19 Montaje de casete	2		Grua, Maquina soldar	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
20 Montaje de guía vertical inferior	1.5		Grua, Maquina soldar	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
21 Transporte de pilotes de playa a muelle	0	Debemos tener los pilotes idealmente unas horas antes de necesitarlos	Grua, Camion Plataforma	Chofer, Vigia
22 Montaje de martillo en guía	0.5		Grua, Camion Plataforma	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
23 Parado de pilote vertical	0.5		Grua, Camion Plataforma	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
24 Montaje de macaco en pilote	0.5		Grua	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
25 Montaje de martillo con guía	0.5		Grua	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
26 Hincado de pilote vertical	0.75		Grua, Martillo	Operador de Martillo (Maestro de obra es el único que opera bien), Residente
27 Montaje de Guía inclinada	1.5		Grua	Gruero, 2 Montajistas, 1 ayudante
28 Montaje de macaco en pilote	0.5		Grua	Gruero, 2 Montajistas, 1 ayudante
29 Montaje de martillo en guía inclinada	0.5		Grua	Gruero, 2 Montajistas, 1 ayudante
30 Hincado de pilote inclinado	0.75		Grua	Operador de Martillo (Maestro de obra es el único que opera bien), Residente
31 Montaje de Guía inclinada	1.5		Grua	Gruero, 2 Montajistas, 1 ayudante
32 Montaje de macaco en pilote	0.5		Grua	Gruero, 2 Montajistas, 1 ayudante
33 Montaje de martillo en guía inclinada	0.5		Grua	Gruero, 2 Montajistas, 1 ayudante
34 Hincado de pilote inclinado	0.75		Grua	Operador de Martillo (Maestro de obra es el único que opera bien), Residente
35 Montaje de fundas de PVC	1.5		Grua	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
36 Vaciado de mortero para fundas PVC	3		Trompito, vibrador de concreto	Operador de trompo, todos con balde
37 Trazo de niveles	1			2 Carpinteros, 2 ayudantes
38 Descabezado de pilotes	1.5	El oxigeno está siendo crítico, necesitamos más balones. (3 para TASA + 1 Gas)	Grua, oxicorte	Gruero, Soldador
39 Alineamiento de Pilotes	1		Grua	2 Carpinteros, 2 Maniobristas, Gruero
40 Montaje de Viga transversal	2		Grua	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
41 Colocación de mallas metálicas	0.75		Grua, maquina de soldar	Gruero, 2 Maniobristas
42 Vaciado de concreto cabezales de pilote	3		Trompito, vibrador de concreto	Operador de trompo, Todos con su balde
43 Desmontaje de estructura de hincado	2		Grua, oxicorte	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
44 Montaje de losas	3	Seria ideal moverlos en plataforma, pero se puede con grua (afecto ciclo)	Grua, oxicorte	Soldador, 2 Montajistas (idealmente 3), 2 ayudantes, Gruero
45 Vaciado de viguetas de amarre losas	3		Trompito, vibrador de concreto	Operador de trompo, Todos con su balde

Nota. Elaboración propia.

1.5 Definición de extracción e hincado de pilote

Extracción de pilote: es la remoción de un pilote viejo de forma mecánica. Esta obra estuvo planificada haciendo uso de un martillo vibrador marca Pileco modelo P46. En el transcurso de la obra se decidió no usar este equipo, y extraer los pilotes directamente con la grua, y en algunos casos se uso adicionalmente una excavadora para remover el suelo.

Hincado de pilote: es el acto de clavar un tubo en el suelo del fondo marino. Se utiliza una estructura metálica que sirve de guía y donde el pilote se soporta, y un martillo a combustión que aplica energía para meter dicho tubo en el suelo. Se calcula el criterio de hincado, que te dice cuantos golpes por cada 10 cms debes aplicar, y también te dice el rechazo que debes tener por parte del suelo.

1.6 Características generales del muelle

El muelle consiste en una plataforma típica elevada de concreto, apoyada sobre pilotes verticales de concreto armado de dos tipos (0.35 cm x 0.35 y de 0.4 cm x 0.4 cm). Los primeros más antiguos que los de 40 cms. Algunos pilotes de 0.35 han sido ya previamente encapsulados con una seccion de concreto de aproximadamente 1m de diámetro.

Luego del hincado, se procedió al típico montaje de viga y losas prefabricadas unificadas con un vaciado de 2da fase.

La obra de reparación consistia en el picado de viguetas que unian estos elementos prefabricados, para luego proceder al desmontaje de las mismas.

La nueva estructura también consistiría en 3 pilotes (dos inclinados 1/5 y el del medio vertical), una viga transversal y 5 losas.

1.7 Personal y Equipos:

Listado de Personal:

1. Ingeniero Residente (1)
2. Ingeniero de Seguridad (1)
3. Maestro de Obra (1)
4. Operador de Grúa (1)
5. Montajista (3)
6. Soldador Oxigenista (1)
7. Carpintero (2)
8. Ayudante (4)

Listado de Equipos:

1. Grua de Celosia (60 Ton) sobre camión de 3 ejes (1)
2. Camion Plataforma (2)
3. Martillo Vibratorio (1)
4. Martillo Delmag D-12 (2)
5. Mini cargador con pala y martillo (1)
6. Volquete (1)
7. Martillos hilti / makita (4)
8. Amoladora 4" y 7" (2)
9. Vibrador de concreto (1)
10. Trompo mezclador de concreto (1)

CAPÍTULO II: TRABAJOS PRELIMINARES

2.1 Elementos prefabricados de concreto

En el diseño del muelle se contemplan dos tipos de elementos prefabricados de concreto, vigas transversales, se pueden ver en la figura 1 y losas longitudinales. En este caso, las losas ya estaban fabricadas y almacenadas con un adelanto que se hizo antes de empezar esta obra, que viene a ser la 2da etapa de reparación de este muelle. Por tanto, solo estuve encargado de realizar 18 vigas.

Para esta actividad contaba con 2 operarios carpinteros / albañiles. Contaba también con una planta móvil de concreto, con un operador que se encargaba de la misma, de un cargador frontal para abastecerla, y un mixer para vaciar el concreto en los moldes de las vigas. Tenía dos moldes habilitados, y logramos hacer las 18 vigas en un mes. El cronograma se puede ver en la Tabla 3.

Figura 1

Viga transversal o cabezal.



Nota. Elaboración propia.

Vigas Transversales o cabezales: son las vigas que amarra el eje de 3 pilotes. Ver figuras 2 y 3. Se fabricaron antes de iniciar los trabajos en el muelle.

Tabla 3.

Cronograma Acelerado.

	Vigas Transversales																		
	AGOSTO																		
	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Planeado					2			2		2		2		2				2	
Avance real					1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1		2
Acumulado	18																		

Nota. Elaboración propia.

Figura 2.

Moldes y acero de vigas transversales o cabezales.



Nota. Elaboración propia.

Figura 3.

Llenado de Vigas Transversales o Cabezales



Nota. Elaboración propia.

Normalmente en un muelle se van haciendo los prefabricados en base al avance, y se comparten las cuadrillas. En este caso tuvimos que terminar las vigas antes de iniciar en el muelle por dos motivos. El primero era que la pequeña planta de prefabricados iba a ser desmontada en la 1era semana de Setiembre, y el segundo que todavía no tenia ni los equipos ni el personal completo para iniciar las labores en el muelle. Pude cumplir con el primer objetivo a tiempo, con lo cual iniciamos la movilización de vigas hacia la zona del cliente, como se muestra en la figura 4, y así pudimos valorizarlas en la primera valorización.

Figura 4.

Losas prefabricadas



Nota. Elaboración propia.

Losas prefabricadas: estos elementos ya estaban fabricados, y se habían dejado en un patio de maniobras cerca al muelle.

2.2 Fabricación de pilotes

La compra y la fabricación de los pilotes fue administrada directamente desde la gerencia, sin embargo, realicé el sondeo, metrado, y supervisión de la fabricación.

El sondeo se realizó con una wincha de topógrafo, y en la punta una piedra amarrada para que por su peso, la punta llegue al fondo marino.

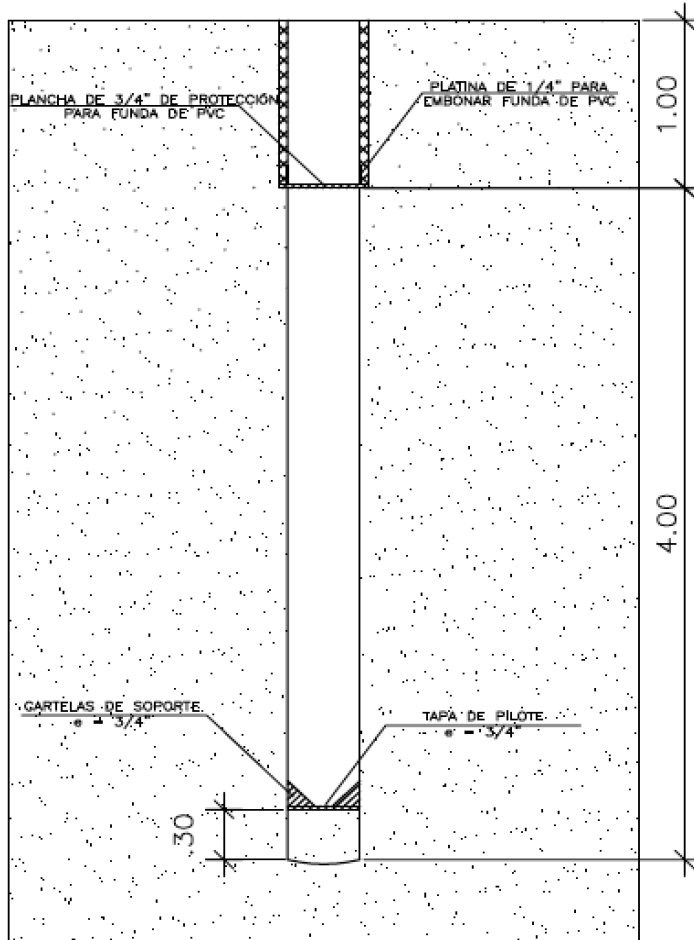
Una vez obtenido el sondeo, hacemos el metrado considerando el descuento del tablero, y que cada eje tiene tres pilotes, uno vertical y dos inclinados en proporción 1/5.

El diseño del pilote pide un tubo de PVC que, junto con un relleno de mortero con micro fibra de vidrio, sirven de protección adicional contra los elementos, aprovechamos este metrado para también pedir este material.

El proceso constructivo de los pilotes consistía en dos partes, la parte de metalmecánica y la parte civil. En la primera, un soldador empalmaba los tubos de 12 metros, para producir un tubo de la longitud requerida. Luego le colocaba una tapa, para evitar que el pilote penetre demasiado en el suelo debido al poco rechazo que este ofrecía. Se colocaba también una base, con unas cartelas en forma de flecha, esto era para luego apoyar ahí el tubo de PVC y protegerlo durante el hincado, y también hacía la vez de encofrado durante el vaciado de mortero entre el tubo metálico y el PVC como muestra en el diseño, ver figura 5.

Figura 5.

Empotramiento de Pilotes



EMPOTRAMIENTO DE PILOTES

Nota. Plano suministrado por RyM.

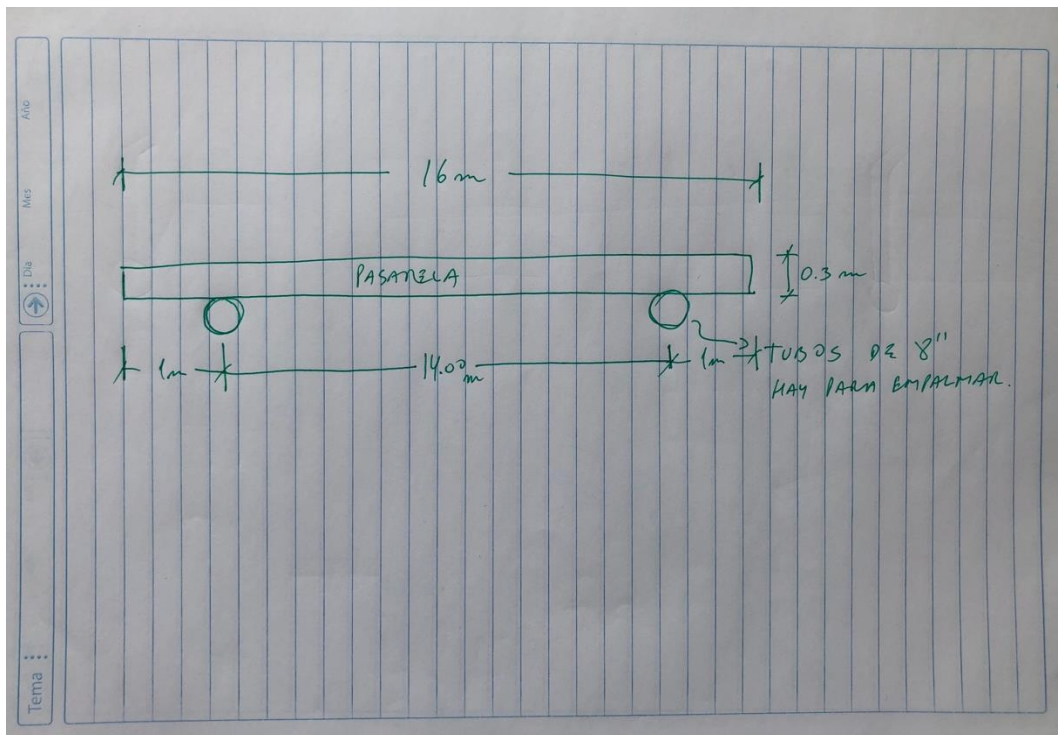
2.3 Fabricación de estructura de hincado

Cada eje del muelle consistía en 2 pilotes inclidados (1/5) y uno vertical. Contábamos con 2 guías ya listas, una para los pilotes inclinados y una para el vertical. También contábamos con los ganchos, estos se fabricaron de vigas H metálicas, 30 x 30 cm y 1" de

espesor, que servían para apoyar el cassette, también hecho de viga H de medida similar. Sobre el cassette se apoyaban las guías y se establecían ahí para parar el pilote e hincarlo. En las figuras 6, 7, 8 y 9 se observa el diseño hecho en obra de la pasarela por donde permitíamos el continuo tránsito de personal durante el trabajo, solo se interrumpía durante maniobras.

Figura 6.

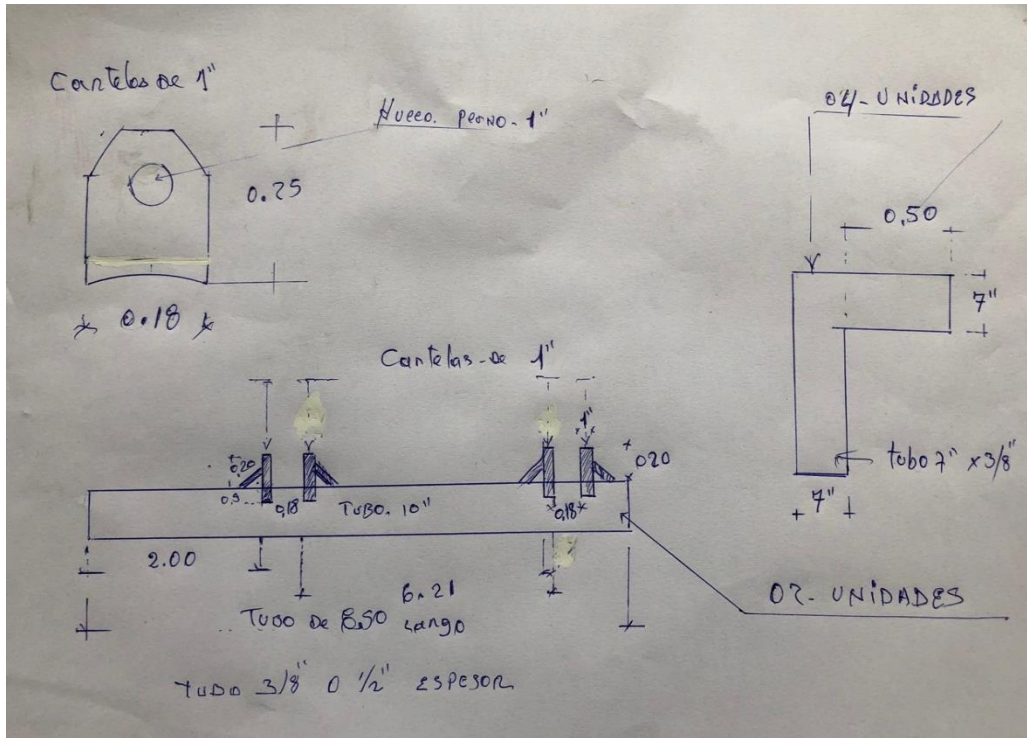
Croquis hechos en Obra.



Nota. Elaboración propia.

Figura 7.

Croquis hechos en obra



Nota. Elaboración propia.

Figura 8.

Estructura metálica



Nota. Elaboración propia.

Figura 9.

Estructura metálica



Nota. Elaboración propia.

Elementos:

A. Guía para pilotes

Es la estructura que va apoyada en el cassette y que sirve para parar el pilote en posición vertical y poder hincarlo. Nuestra guía mide 10 metros de altura, ver figura 10. También sirve para que el operario pueda subir a hacer las maniobras correspondientes a dicha actividad.

Figura 10.

Guía para pilotes.



Nota. Elaboración propia.

B. Gansos

Son las estructuras que sirven para apoyar toda la estructura del hincado, cuya finalidad es establecer apoyo sobre los vanos que se han desmontado, en la figura 11 se muestra la grua izando uno de los gansos.

Figura 11.

Gansos



Nota. Elaboración propia.

C. Casete

Es la estructura metálica que sirve para apoyar las guías, y se complementa con tablas de madera para hacer una plataforma de trabajo durante el vaciado de segunda fase como se muestra en la figura 12.

Figura 12.

Casete



Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Desmontaje de elementos estructurales

Consiste en el retiro, utilizando la grúa y al personal maniobrista, de elementos metálicos y de concreto, ya sea para guardarlos y volverlos a montar, o para algún trabajo puntual o cíclico, o para eliminar y reemplazar con uno nuevo.

Para el desmontaje de elementos utilizabamos la grua Bucyrus de 60 Ton. Lo primero a desmontar eran las barandas y los postes de luz, luego venían las losas (5 unidades). Lo ideal es hacer una sola maniobra de desmontaje de losas y carguío directo al camión plataforma, ahorrando tiempo, pero esto no era siempre posible ya que no teníamos camión a disposición todo el tiempo.

Para este trabajo debía estar, además de la cuadrilla completa de maniobristas, el oxigenista y al menos un ayudante con martillo Makita para que pique concreto para terminar de despegar las losas.

Para las maniobras más críticas, era necesario que esté presente la persona de SSOMA, así como la delimitación del área de maniobra con vigias en ambos accesos del muelle.

Luego de retirar las losas se procede al montaje de los ganzos y el casete, y a armar la plataforma de trabajo donde se paran los picadores que pican el concreto que une la viga transversal o viga de amarre, con los pilotes viejos. Concluido este picado, el oxigenista

corta el acero y ya se puede retirar la viga con la grúa, previamente ya estaba hecha la maniobra ya que la grúa sostiene esta viga por seguridad.

Una vez retirada la viga, empieza la maniobra de retiro de pilotes. Esta es sin duda la más riesgosa, ya que había mucha incertidumbre en el estado de los pilotes, y su profundidad de hincado. Algunos pilotes salieron casi por su propio peso, pero otros tuvieron que ser vibrados con el vibrador Pileco.

La maniobra con el vibrador, y con esa grúa, era una maniobra crítica que bordeaba el 90%. Esto lo pudimos apreciar en el 1er eje, ya que lo utilizamos en el pilote Sur. Los pilotes norte y central, salieron con un simple izaje.

Se realizó la maniobra de vibrado, y se retiró el pilote, pero fue evidente que era una maniobra muy riesgosa, y de ahí en adelante preferimos no hacerla, optando por el izaje directo, incluso si este demoraba de un día para otro o más.

3.2 Montaje de elementos

Consiste en la colocación, utilizando la grúa y al personal maniobrista, de elementos metálicos y de concreto, en reemplazo de un elemento dañado por uso, en esta obra hay tres elementos principales a montar: Pilotes, Viga Transversal y Losas.

El ciclo de montaje empezaba con el movimiento de la pasarela provisional para peatones. Esta pasarela avanzaba un eje cada vez que terminábamos un ciclo. Para el montaje, al igual que el desmontaje, es necesaria la cuadrilla de montajistas, la grúa y el oxigenista.

Luego de que la pasarela esta en posición, se monta la estructura de hincado, particularmente los ganchos y el cassette, y esto sirve como plataforma de trabajo para el picado de conexión pilotes-viga, y el posterior corte con oxicorte, permite retirar la viga.

Desmontada la viga y los pilotes, se pone en posición (al eje) el cassette, y se coloca el castillo o guía de hincado.

3.2.1 Guía de Hincado

Previamente al hincado de pilotes, hay que montar la estructura que nos permite trabajar y sirve de guía para los mismos. Esta incluye principalmente los ganchos y el cassette, y luego una serie de trabajos que hemos explicado previamente. Los castillos ya deben estar al alcance de la grúa, así como él o los martillos.

3.2.2 Hincado de Pilotes

Una vez parado el pilote, se hace la maniobra para poner el martillo en posición de hincado. El hincado se controla en campo con un formato que mostramos en la figura 13, así mismo tenemos un cuadro de excel donde se verifican estos valores y se obtiene previamente el rechazo, ver tabla 4 :

Figura 13.

Formato de hincado de pilotes metálicos



RYM PROYECTOS S.A.C.

REPARACIÓN MUELLE TASA

FORMATO DE CONTROL DE HINCADO DE PILOTES METÁLICOS							SUPERVISIÓN:		
							JEFE DE SUPERVISIÓN:		
							ING RESIDENTE: PAULO BECERRA		
							Pág: 54		
Penet. (cm)	Golpes	Penet. (cm)	Golpes	Penet. (cm)	Golpes	Penet. (cm)	Golpes	PILOTE N°	54 - EJE 43 NORTE
0	PP	35	8	70		105		FECHA	2/3/20
1	PP+M	36	8	71		106		Tipo:	
2	1	37	8	72		107		Pilote Metálico Circular de Ø16", espesor 3/8" ACERO ASTM A-53	
3	1	38	9	73		108		Peso: (kg/ml) = 93.23	
4	1	39	9	74		109		Hora de Inicio: 3:15	
5	1	40	8	75		110		Hora de Término: 3:35	
6	1	41	9	76		111		Martillo: DELMAG D-12	
7	1	42	9	77		112		Energía Máxima:	
8	1	43	9	78		113		Carga de Trabajo: 30 T	
9	1	44	13	79		114		Carga de Diseño: 60 T	
10	1	45	13	80		115		Rechazo a máxima Energía:	
11	1	46	16	81		116		Rechazo a 43 golpes/minuto:	
12	1	47	16	82		117		Rechazo Obtenido: 20 golpes por 10cm a 52 GPM	
13	3	48	16	83		118		Empalme y Rehincado:	
14	3	49	14	84		119		Inicio:	
15	4	50	15	85		120		Termino:	
16	4	51	15	86		121		NOTA	
17	4	52	15	87		122			
18	4	53	17	88		123			
19	4	54	18	89		124			
20	4	55	18	90		125			
21	4	56	18	91		126			
22	4	57	18	92		127			
23	4	58	19	93		128			
24	4	59	20	94		129			
25	6	60	20	95		130			
26	4	61		96		131			
27	5	62		97		132			
28	6	63		98		133			
29	6	64		99		134			
30	6	65		100		135			
31	6	66		101		136			
32	9	67		102		137			
33	9	68		103		138			
34	8	69		104		139			
EXC: Excavación PP: Peso Propio P+M: Pilote + Martillo									
OBSERVACIONES:									
							Penetración (m) 6.00		
Longitud del pilote (m)			17.50		Peso del Pilote (Kg):		1,631.46		
Longitud Total de pilote (m)			19.00		Peso Total de Pilote (Kg):		1,771.30		

SUPERVISIÓN DE OBRA

R&M

Nota. Formato suministrado por RyM.

Esto obedece a un criterio de hincado, que se calcula con la formula:

$$W = (E.R)/\{(C.L+s).(R+Q)\}$$

Donde:

E = Energia por golpe.

R = Peso de la maza que golpea.

C = 0.30

W = Carga de Diseno del Pilote.

L1 = Longitud del Pilote.

Q1 = Peso del Pilote.

Q2 = Peso del Perseguidor.

Q1+Q2 = Peso Total a hincar.

S en milímetros

Tabla 1.

Hincado de todos los pilotes.

Q = Peso del Pilote.

KG.

02 Tipo de Martillo Recomendable :

Carga de Trabajo del Pilote :
Factor de Seguridad :
Carga de Diseño del Pilote
Sección Pilote :
Área Transversal :
Peso por metro lineal :
Longitud del Pilote:
Peso Pilote :
Peso Total a hincar:

	Pilote	Pilote	Pilote	Pilote	Pilote	Pilote	Pilote	Pilote	Pilote
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
Tn.	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Tn.	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn.	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Ml.	0.400	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
M2.	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126
Kg/ML.	93.23	93.23	93.23	93.23	93.23	93.23	93.23	93.23	93.23
Ml.	15.00	15.00	15.39	15.00	15.00	15.00	14.50	15.50	15.35
Kg.	1,398.45	1,398.45	1,434.81	1,398.45	1,398.45	1,398.45	1,351.84	1,445.07	1,431.08
Kg.	1,398.45	1,398.45	1,434.81	1,398.45	1,398.45	1,398.45	1,351.84	1,445.07	1,431.08
	48.00	45.00	52.00	53.00	48.00	56.00	56.00	49.00	49.00
	D - 12	D - 12	D - 12	D - 12	D - 12	D - 12	D - 12	D - 12	D - 12
Kg-mt	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00
Kg.	2,400.00	2,725.00	2,037.50	1,962.50	2,400.00	1,762.50	1,762.50	2,300.00	2,300.00
Golpes/min	50.00	45.00	52.00	53.00	48.00	56.00	56.00	49.00	49.00
Kg-mt	2,400.00	2,725.00	2,037.50	1,962.50	2,400.00	1,762.50	1,762.50	2,300.00	2,300.00
Kg.	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00
	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ton.	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Mts.	15.00	15.00	15.39	15.00	15.00	15.00	14.50	15.50	15.35
Mts.	15.00	15.00	15.39	15.00	15.00	15.00	14.50	15.50	15.35
Kgs.	1,398.45	1,398.45	1,434.81	1,398.45	1,398.45	1,398.45	1,351.84	1,445.07	1,431.08
Kgs.	-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kgs.	1,398.45	1,398.45	1,434.81	1,398.45	1,398.45	1,398.45	1,351.84	1,445.07	1,431.08
	3,000,000	3,406,250.00	3,000,000.00	2,453,125	3,000,000	2,203,125	2,203,125	2,875,000	2,875,000
	158,907	158,907.00	161,089	158,907	158,907	158,907	156,110	161,704	160,865
C.L	4.50	4.50	4.62	4.50	4.50	4.50	4.35	4.65	4.61
S en milímetros :	14.38	16.94	14.00	10.94	14.38	9.36	9.76	13.13	13.26
Numero de Golpes por cada 10 cms.	6.95	5.90	7.14	9.14	6.95	10.68	10.25	7.62	7.54
Se trabajara en los ultimos 10 cm. con:	7.00	6.00	8.00	10.00	7.00	11.00	11.00	8.00	8.00

GOLPES OBSERVADOS DURANTE EL HINCADO	50	45	70	50	38	39	58	65	65
---	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nota. Cuadro suministrado por RyM.

3.2.3 Montaje de Viga Transversal

Una vez hincados los pilotes, se procede a colocar los tubos de PVC, y vaciar el mortero que sirve de protección para los pilotes como se muestra en la figura 14. El diseño del mortero se muestra en la tabla 5.

Figura 14.

Vaciado de mortero entre pilote y tubo de PVC



Nota. Elaboración propia.

Tabla 2.

GID-CA-A-002 Diseño de Mezclas de Concreto.

GID-CA-R-002 CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	1/06/2019	Código Mezcla	MORTERO 1:3
Diseño	M 1:3	Hora Vaciado	11.30 am
Relación a/cm	0.485	Técnico	C. HORNA
Relación AF : AG	100 - 0	Volumen de Prueba (m3)	1
Diseño Base	MORTERO 1:3 PARA RELLENO DE MUROS ANTIFUEGO / ANTIDESLAVE		
Tipo de Concreto			

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena pum	3.34
M.F. Arena	
M.F. # 87 pum	
M.F. Piedra # 3/8	6.00
M.F. Global	3.34

Vol. Agregados :	0.58
Arena pum	100 %
Arena	0 %
Piedra # 67 pum	0 %
Piedra # 3/8	0 %
	100

Cementante Total :	480.00	kg
Filler :	0.0	%

Dosificación			
Aditivo 1	-	=	0.00 % = 0.00 cc
Aditivo 3	-	=	0.00000 % = 0.00 cc
Aditivo 4	-	=	0.00000 % = 0.00 cc
Aditivo 2	NEOPLAST 8500	=	1.50420 % = 13.80 cc
Fibra		=	0.60 kg/m3

EL VALOR DEL S.S.S ES EL QUE SE INGRESA A PLANTA

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP	HUM.	ABS.	PESO SECO	VOL.	PESO S.S.S.	CORRECCIÓN	TANDA DE PRUEBA	
		kg/m ³	%	%	kg/m ³		kg/m ³	POR HUMEDAD	DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento	ANDINO TIPO I PM	2810			480	0.171	480.00	480.00	480	kg
Agua	Potable - Fuente Chuquito	1000			233.00	0.233	260	184.65	185	L
Arena	Jicamarca	2810	5.00	1.80	1510.92	0.579	1511	1586.47	1586	kg
Aditivo 2	NEOPLAST 8500	1090			7.22	0.007	7.22	7.22	6.6	L
Fibra	MICRO FIBER 150 DE QSI	910			0.60	0.001	0.60	0.60	0.600	Kg
Aire					1%	0.010				
TOTAL						1.000	2258.94	2258.94		

Nota. Diseño de concreto suministrado por RyM.

Una vez terminada esta tarea, se procede a retirar el cassette, se acomoda la plataforma de trabajo, ver figura 15, y se monta la viga transversal o cabezal, ver figuras 16 y 17. Esta maniobra es crítica, por el peso de la viga, de 9 Ton, y el radio de 10.5 metros.

Figura 15.

Plataforma de trabajo



Nota. Elaboración propia.

Figura 16.

Montaje de viga transversal



Nota. Elaboración propia.

Figura 17.

Montaje de viga



Nota. Elaboración propia.

Terminando el montaje de la viga, lo ideal es vaciar el concreto de 2da fase para poder entrar al día siguiente a montar las 5 losas. En nuestro caso usamos una resistencia de 280 Kg/cm³, ver diseño en la tabla 6.

Por tratarse de volúmenes pequeños, generalmente alrededor de 1m³, se hace IN SITU, se prepara la mezcla con un trompo a gasolina, ver figuras 18 y 19, y se vacía con todo el personal.

Tabla 3.

GID-CA-A-002 Diseño de Mezclas de Concreto.

GID-CA-R-002 CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	9/08/2019	Código Mezcla	IPM2809N7C40
Diseño	280	Hora Vaciado	
Relación a/cm	0.40	Técnico	
Relación AF : AG	55 - 45	Volumen de Prueba (m3)	1.0
Diseño Base			
Tipo de Concreto	DISEÑO TASA F°C 280 KG /CM2 REL A/C 0.40		

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena pum	3.05	Vol. Agregados :	0.64
M.F. Arena		Arena pum	55 %
M.F. Piedra # 3/8		Arena	0 %
M.F. Piedra # 1/2	6.91	Piedra # 67 pum	0 %
M.F. Global	4.79	Piedra # 3/8	45 %
	4.39		100

Cementante Total :	445.00	kg
Filler :	0.0	%

Dosificación			
Aditivo 1	-	= 0.00 %	= 0.00 cc
Aditivo 3	-	= 0.00000 %	= 0.00 cc
Aditivo 2	NEOPLAS 8500 HP	= 1.14 %	= 10.50 cc
Fibra			0.00 kg/m3

ESTOS VALORES EN LA PLANTA

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP	HUM.	ABS.	PESO SECO	VOL.	PESO S.S.S.	CORRECCIÓN	TANDA DE PRUEBA	
		kg/m ³	%	%	kg/m ³		kg/m ³	POR HUMEDAD	DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento	ANDINO TIPO I PM	2810			440	0.157	440	440.00	440	kg
Agua	Potable - Fuente Muelle 7	1000			178	0.178	209	171	171	L
Arena	Jicamarca	2590	4.00	2.65	913	0.352	913	949	949	kg
Piedra # 1/2"	AGRECOM	2660	0.30	0.95	787	0.288	767	769	769	kg
Aditivo 2	NEOPLAS 8500 HP	1090			5.09	0.00467	5.09	5.09	4.67	L
Aire					2.0%	0.020				
TOTAL						1.000	2334.3	2334.28		

Nota. Diseño de concreto suministrado por RyM.

Figura 18.

Concreto en viguetas



Nota. Elaboración propia.

Figura 19.

Vaciado de concreto de 2da fase en viga transversal



Nota. Elaboración propia.

3.2.3 Montaje de Losas

Una vez fraguado el concreto de 2da fase, o al menos transcurrida una noche completa, procedemos al montaje de losas, ver figura 20. Las losas varían entre aproximadamente 2 a 4 toneladas.

Las losas había que transportarlas del patio de maniobras, a menos de 1 km de distancia del lugar de montaje. Para esto la grúa tenía que salir del muelle, como se muestra en la figura 21 y utilizabamos un camion alquilado cuando el camión propio no estaba disponible.

Figura 20.

Montaje de losas



Nota. Elaboración propia.

Figura 21.

Carguío de losas



Nota. Elaboración propia.

Una vez concluido el montaje de las 5 losas, la grúa camina un eje, y empieza el ciclo nuevamente.

CONCLUSIONES

1. El procedimiento típico que la empresa siempre empleaba era el de hincar pilotes provisionales donde soportaba su pasarela peatonal, hicimos una estructura montada paralela en voladizo que nos permitió ahorrar tiempo y ser más seguros en el proceso.
2. El procedimiento típico era usar el vibrador P56, pero para este tipo de obras generalmente no hay gruas adecuadas, por lo que fue necesario buscar métodos alternativos más seguros. Ejemplo, excavadora.
3. Si vemos que hay piedra (canto rodado o similar) en la zona de splash, es recomendable ya considerar un refuerzo adicional en el pilote, ya que el desgaste es considerable en esa zona.
4. Debido a la interrupción por la pandemia, la obra se entregó parcialmente, quedando pendiente unos 50 metros de sardineles. Logramos dejar habilitado el acceso de camiones, con lo cual la empresa no se vió afectada en su producción. Yo salí de la empresa al cabo de dos semanas de iniciado el estado de emergencia.

RECOMENDACIONES

1. Emplear mano de obra calificada para este tipo de trabajos, ya que son de bastante riesgo, además que ahorrar en mano de obra sale luego más caro en producción perdida.
2. Hay que considerar bastante supervisión en el estado de los equipos y aparejos de izaje.
3. Sobre todo, hay que seguir el instinto y actuar oportunamente, si algo parece inseguro, no avanzar hasta estar seguro.