

Press-in Retaining Structures: A Handbook
Second Edition, 2021 (Spanish Version)

Manual de hincado de estructuras de contención a presión

Segunda edición, 2021



International Press-in Association

Press-in Retaining Structures: A Handbook

Second Edition, 2021 (Spanish Version)

**Manual de hincado de estructuras de contención a
presión**

Segunda edición, 2021

International Press-in Association

Asociación Internacional Press-in

Manual de hincado de estructuras de contención a presión Segunda Edición, 2021

ISBN: 978-4-909722-52-2 C3050 (Edición impresa)

ISBN: 978-4-909722-53-9 C3050 (Edición PDF)

DERECHOS DE AUTOR@2021

por

Asociación Internacional Press-in

Fecha de la primera publicación: 22 de marzo de 2022

Esta publicación está diseñada para proporcionar información precisa y fidedigna sobre el tema tratado. Se vende y/o distribuye en el entendido de que ni los autores o el editor se comprometen a prestar un servicio legal específico o cualquier otro servicio profesional. Si bien se ha hecho todo lo posible para garantizar la precisión y la integridad de la publicación, no se proporciona ni se da a entender ninguna garantía o idoneidad, y los autores y el editor no tendrán obligación o responsabilidad ante ninguna persona o entidad con respecto a cualquier pérdida o daño que surja de su uso.

Todos los derechos reservados, incluida la traducción. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación o transmitida de cualquier forma o por cualquier medio, eléctrico, mecánico, fotocopiado o de otro tipo, sin el permiso previo por escrito del Editor, la Asociación Internacional Press-in (IPA), 5F, Sanwa Konan Bldg, 2-4-3 Konan, Minato-ku, Tokio 108-0075, Japón.

Tabla de contenido

Prefacio

Definiciones

Capítulo 1 GENERAL

1.1	ALCANCE	1-1
1.2	ESTRUCTURA DEL MANUAL	1-2
1.3	HINCADO DE PILOTES A PRESIÓN	
1.3.1	Tipos de hincado de pilotes a presión	1-3
1.3.2	Características del hincado de pilotes a presión del tipo <i>walk-on-pile</i>	1-6
1.3.2.1	Desarrollo del hincado de pilotes a presión del tipo <i>walk-on-pile</i>	1-6
1.3.2.2	Mecanismo de hincado de pilotes a presión tipo <i>walk-on-pile</i>	1-7
1.3.2.3	Bajo nivel de ruido y vibraciones	1-8
1.3.2.4	Superar terrenos rígidos a duros	1-11
1.3.2.5	Lidiar con el espacio de construcción limitado	1-12
1.3.2.6	Ventajas de las estructuras de contención en voladizo y los pilotes a presión del tipo <i>walk-on-pile</i>	1-13
1.3.2.7	Reducir el impacto medioambiental	1-17
1.3.2.8	Adquisición y utilización automática de datos de presión	1-19
1.3.2.9	Otras características	1-20
1.3.2.10	Resumen de características	1-21
1.3.3	Comparación de los métodos de pilotaje convencional y de presión del tipo <i>walk-on-pile</i>	1-23
1.3.3.1	Métodos de instalación para tablestacas de acero (tipo U, tipo Z, tipo sombrero, tablestacas cero)	1-23
1.3.3.2	Métodos de instalación de láminas de zanja	1-24
1.3.3.3	Métodos de instalación para pilotes tubulares de acero con intertrabamientos (intertrabamientos P-P, P-T y L-T)	1-24
1.3.3.4	Métodos de instalación para pilotes tubulares de acero	1-24
1.3.3.5	Métodos de instalación para tablestacas de hormigón	1-25
1.3.3.6	Métodos de instalación para pilotes PC	1-26
1.3.3.7	Métodos de instalación para muros combinados	1-26
1.4	APLICACIONES DE HINCADO DE PILOTES A PRESIÓN TIPO <i>WALK-ON-PILE</i> PARA ESTRUCTURAS EMPOTRADAS	
1.4.1	Estructuras de contención de tierra (muros de contención de tierra, diques, malecones, mamparos, revestimientos, muros de contención temporales, ataguías, etc.)	1-26
1.4.2	Trabajos de refuerzo de diques, trabajos de protección de playas	1-28
1.4.3	Contramedida para la licuefacción	1-29
1.4.4	Muros de corte	1-29
1.4.5	Muros de aislamiento de tensión	1-29

1.4.6	Trabajos de estabilización de terraplenes, trabajos de prevención de deslizamientos, recuperación de desastres	1-29
1.4.7	Trabajos de fundaciones (estructuras de ingeniería civil, puertos y muelles, edificios)	1-30
1.4.8	Muros de contención de carga	1-32
1.5	NORMAS Y DIRECTRICES RELACIONADAS	1-33
	Referencias	1-35

Capítulo 2 PLANIFICACIÓN E INVESTIGACIÓN

2.1	PLANIFICACIÓN	
2.1.1	General	2-1
2.1.2	Consideraciones de planificación	2-1
2.1.2.1	Topografía, características geológicas, condiciones del suelo, aguas subterráneas y condiciones climáticas del área planificada	2-2
2.1.2.2	Impacto en el medio ambiente circundante y estructuras vecinas, y limitaciones de construcción	2-3
2.1.2.3	Condiciones que pueden afectar la construcción	2-3
2.1.2.4	Objetivo del muro de contención, estado límite, situación de diseño y requisitos y criterios de desempeño	2-4
2.1.2.5	Condiciones de diseño	2-4
2.2	INVESTIGACIÓN	
2.2.1	General	2-6
2.2.2	Finalidades y contenido de la investigación	2-6
2.2.2.1	Recopilación de documentos y datos relevantes	2-6
2.2.2.2	Exploración del sitio	2-7
2.2.2.3	Investigación terrestre	2-7
2.2.2.4	Investigación sobre condiciones que pueden afectar la construcción	2-12
2.2.2.5	Investigación sobre conservación ambiental	2-12
2.2.2.6	Evaluación de las condiciones del suelo basada en datos de presión	2-12
2.2.3	Reporte de investigación	2-13
	Referencias	2-13

Capítulo 3 DISEÑO

3.1	INTRODUCCIÓN	3-1
3.2	ASUNTOS GENERALES DE DISEÑO	
3.2.1	Principios básicos de diseño	3-2
3.2.1.1	Alcance	3-2
3.2.1.2	Jerarquía de requisitos de desempeño	3-2
3.2.1.3	Estados límite, acciones y situaciones de diseño	3-3
3.2.1.4	Requisitos de desempeño	3-4
3.2.1.5	Criterio de desempeño	3-4

3.2.1.6	Proceso de verificación de desempeño	3-6
3.2.1.7	Cualificación de ingenieros de diseño	3-7
3.2.1.8	Documentos	3-7
3.2.2	Revisar/revisión del diseño utilizando registros de construcción	3-7
3.2.3	Acciones y situaciones de diseño para muros de contención de carreteras	3-7
3.2.3.1	General	3-7
3.2.3.2	Peso propio	3-8
3.2.3.3	Presión de la tierra y presión del agua	3-8
3.2.3.4	Carga causada por el movimiento del suelo durante un terremoto	3-8
3.2.3.5	Carga en la superficie del suelo	3-9
3.2.3.6	Carga de nieve	3-9
3.2.3.7	Carga de viento	3-9
3.2.3.8	Carga de colisión	3-9
3.2.3.9	Otras cargas	3-9
3.2.3.10	Combinación de cargas para situaciones típicas de diseño	3-9
3.2.4	Materiales	3-10
3.2.4.1	Pilotes prefabricados	3-10
3.2.4.2	Propiedades de los materiales de acero	3-10
3.2.4.3	Tolerancia a la corrosión/protección contra la corrosión	3-11
3.2.4.4	Rigidez eficaz a la flexión	3-11
3.3	DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO EMPOTRADOS	
3.3.1	Consideración de diseño	3-11
3.3.2	Diseño de estructuras de muros	3-12
3.3.2.1	Diseño de estructuras de muros para muro de contención vial	3-12
3.3.2.2	Diseño de estructuras de muro para puerto y muelle portuario	3-17
3.3.3	Estabilidad del fondo de la excavación	3-22
3.3.3.1	Consideración de la ebullición	3-22
3.3.3.2	Consideración de la tubificación (<i>piping</i>)	3-23
3.3.3.3	Consideración del levantamiento	3-23
3.3.3.4	Consideración del levantamiento del fondo	3-23
3.3.3.5	Medidas de mejora de la estabilidad en la parte inferior de la excavación ...	3-23
3.3.4	Estabilidad general	3-25
3.3.5	Efectos sobre las estructuras circundantes	3-25
3.3.5.1	Deformación del terreno debido a la deformación de los muros de contención ...	3-25
3.3.5.2	Asentamiento del suelo debido a la disminución del nivel freático.....	3-26
3.3.5.3	Asentamiento del suelo debido a la extracción de muros de contención empotrados	3-26
3.3.5.4	Rebote del suelo debido al alivio de la tensión	3-26
3.4	INFORME DE DISEÑO	3-27

Referencias	3-27
-------------------	------

Capítulo 4 CONSTRUCCIÓN

4.1	GENERAL	4-1
4.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HINCADO DE PILOTES A PRESIÓN	
4.2.1	Maquina piloteadora a presión tipo <i>walk-on-pile</i>	4-2
	4.2.1.1 Configuración básica de la máquina	4-2
	4.2.1.2 Componentes de la máquina piloteadora a presión	4-3
	4.2.1.3 Movimientos básicos del hincado a presión (movimiento repetitivo hacia arriba y abajo)	4-6
	4.2.1.4 Movimientos básicos del hincado a presión (auto desplazamiento)	4-7
4.2.2	Selección adecuada de la máquina, técnica de prensado y sistema de hincado	4-8
4.2.3	Pilotes prefabricados	4-11
	4.2.3.1 Tablestacas de acero	4-11
	4.2.3.2 Pilotes tubulares de acero	4-15
	4.2.3.3 Muros combinados	4-16
	4.2.3.4 Tablestacas de hormigón	4-17
	4.2.3.5 Segmento de muro de hormigón prefabricado	4-17
4.3	PLAN DE CONSTRUCCIÓN	
4.3.1	Plan de construcción en general	4-19
4.3.2	Consideraciones para trabajos de hincado de pilotes a presión	4-19
	4.3.2.1 Selección de técnicas de prensado y pilotes aplicables adecuados para las condiciones del suelo	4-19
	4.3.2.2 Técnica de prensado para tablestacas de acero	4-21
	4.3.2.3 Técnica de prensado para pilotes tubulares de acero con y sin intertrabamientos	4-27
	4.3.2.4 Sistemas a presión que superan las restricciones del sitio	4-31
	4.3.2.5 Proceso de hincado de pilotes que permite espacio entre pilotes (espaciamientos de 2,5 D de Centro a centro)	4-43
4.3.3	Preparación de un documento de planificación de la construcción para trabajos de hincado de pilotes a presión	4-45
	4.3.3.1 Máquina piloteadora a presión, técnicas de prensado y sistema de hincado a presión	4-45
	4.3.3.2 Plano de distribución de máquinas y materiales	4-45
	4.3.3.3 Plano de distribución de la máquina y el material	4-47
	4.3.3.4 Programación de trabajos de pilotaje	4-53
	4.3.3.5 Plan de gestión de la construcción	4-53
	4.3.3.6 Plan de preservación ambiental	4-53
	4.3.3.7 Plan de gestión de seguridad y salud	4-56
	4.3.3.8 Plan de organización <i>in situ</i>	4-59

4.4	EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE HINCADO DE PILOTES A PRESIÓN	
4.4.1	Trabajos preparatorios	4-61
4.4.2	Procedimiento de instalación de pilotes	4-61
	4.4.2.1 Técnicas comúnmente adoptadas para el hincado de pilotes a presión	4-61
	4.4.2.2 Proceso durante el prensado inicial	4-70
	4.4.2.3 Proceso durante el prensado estándar	4-73
	4.4.2.4 Proceso durante el prensado asistido con chorro de agua	4-77
	4.4.2.5 Proceso durante el prensado asistido con taladro	4-81
	4.4.2.6 Proceso durante el hincado de pilotes rotativo a presión	4-83
	4.4.2.7 Proceso de construcción de muros combinados	4-88
	4.4.2.8 Instalación curva	4-91
	4.4.2.9 Instalación en esquina	4-92
	4.4.2.10 Proceso de autodesplazamiento en reversa	4-93
4.4.3	Sistema de prensado para superar las limitaciones en el sitio de construcción	4-94
	4.4.3.1 Consideraciones sobre el hincado de pilotes bajo diversas restricciones de construcción	4-94
	4.4.3.2 Proceso de hincado para el sistema sin etapas	4-95
	4.4.3.3 Proceso de hincado de pilotes para el sistema de hincado de pilotes de altura libre reducida	4-99
4.4.4	Extracción de pilotes	4-104
	4.4.4.1 Influencia y gestión de la extracción	4-104
	4.4.4.2 Proceso durante la extracción	4-105
4.4.5	Empalme y corte de pilotes	4-106
	4.4.5.1 Soldadura de empalme de tablestacas de acero	4-105
	4.4.5.2 Soldadura de pilotes tubulares de acero	4-108
	4.4.5.3 Union atornillada	4-108
	4.4.5.4 Union mecanica	4-109
	4.4.5.5 Corte de pilotes	4-110
4.4.6	Tratamiento y disposición de los derivados	4-110
4.5	SUPERVISIÓN, GESTIÓN Y MONITORAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN	
4.5.1	General	4-111
4.5.2	Plan de supervisión, dirección y monitoramiento de obra	4-111
4.5.3	Preparación del sitio	4-112
4.5.4	Gestión de la construcción	4-112
4.5.5	Control de la operación del hincado de pilotes a presión	4-113
	4.5.5.1 Control de la maquiná piloteadora a presión	4-113
	4.5.5.2 Ajuste de los parámetros de prensado óptimos mediante operación manual	4-114
	4.5.5.3 Información obtenida durante el hincado de pilotes a presión	4-117
	4.5.5.4 Mantener la verticalidad del pilote mediante movimientos repetitivos hacia arriba y abajo	4-120

4.5.5.5	Evaluación del proceso de hincado utilizando datos de presión	4-121
4.5.5.6	Operación automatizada de la máquina piloteadora a presión	4-121
4.5.5.7	Estimación de la información del terreno utilizando datos del hincado a presión	4-122
4.5.6	Control programado de pilotes a presión	4-123
4.5.7	Control de calidad de pilotes prensados	4-123
4.5.8	Gestión de seguridad y salud	4-124
4.5.9	Inspección y mantenimiento de máquinas piloteadoras a presión	4-125
4.5.10	Monitoreo	4-125
4.5.11	Informe de construcción	4-126
Referencias	4-128

Prefacio

El hincado de pilotes a presión surgió de la necesidad de instalar tablestacas de forma segura y silenciosa en la práctica hace medio siglo. La primera edición (2016) del Manual de hincado de estructuras de contención a presión, intentó traducir la vasta experiencia acumulada de campo en un marco de ingeniería de fundaciones, y reunió información útil relacionada con las prácticas de diseño y construcción de estructuras de contención mediante el hincado de pilotes a presión junto con una serie de antecedentes de casos en todo el mundo.

La publicación de la segunda edición del Manual en 2021 es la versión revisada de la edición de 2016. Las intenciones detrás de esta revisión incluyen: (i) alinear el contenido con la revisión "Directrices de diseño y construcción del método de hincado" (en japonés, publicado en 2020), (ii) reflejar los avances en las piloteadoras a presión y los trabajos de investigación en los últimos cinco años, (iii) mejorar las descripciones para mejorar la legibilidad y usabilidad del manual, y (iv) ser concisos al eliminar ciertos elementos en la edición de 2016.

Para aquellos que estén interesados en historias de casos relacionados con el hincado de pilotes a presión, consulte "*New Horizons in Piling – Development and Application of Press-in Piling*" por Malcolm Bolton et al. publicado por CRC Press en 2020 y "*Press-in Piling Case History*" Volumen 1 por el Comité de Investigación de la Asociación Internacional Press-in (IPA), publicado por IPA en 2019.

Como presidente del comité editorial de este manual, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todos los miembros del comité que se enumeran a continuación.

As the Chair of the Editorial Committee on this handbook, I would like to express my sincere thanks for all the committee members listed below.

Osamu Kusakabe

Presidente

Comité Editorial de la Segunda Edición

Comité editorial

Yoshiaki Kikuchi, Professor, Tokyo University of Science

Osamu Kusakabe, Emeritus Professor, Tokyo Institute of Technology

Tsunenobu Nozaki, International Press-in Association Secretariat

Mitsuhiro Okada, GIKEN LTD.

Takefumi Takuma, Giken America Corporation

Masaaki Terashi, International Press-in Association

Masafumi Yamaguchi, International Press-in Association Secretariat

(Orden alfabético)

Miembros asesores internacionales

Stuart Haigh, Reader, The University of Cambridge

Chun Fai Leung, Professor, National University of Singapore

Goh Teik Lim, AtsuNEW GIKEN Pte. Ltd.

Ramin Motamed, Associate Professor, University of Nevada Reno

(Orden alfabético)

Supervisor de traducción al español

Adrian Torrico Siacara, Doctor en Ingeniería Civil (Geotecnia), Universidade de São Paulo