



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
MEJORAMIENTO DEL SUELO A TRAVÉS DE INYECCIÓN DE LECHADA POR
TUBOS MANGUITOS EN HIPERMERCADO UBICADO EN LA CIUDAD DE
CHICLAYO

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia**

Informe de Suficiencia Profesional para optar el título profesional de
Ingeniero Geógrafo

Autor:

Vargas Tenorio, Walter Alex

Asesor:

Osorio Rojas, Eberardo Antonio
(ORCID: 0000-0002-3451-0223)

Jurado:

Naupay Vega, Marlitt Florinda

Estrada Lau, Manuel

Miranda Jara, Angelica Ysabel

Lima - Perú

2023

MEJORAMIENTO DEL SUELO A TRAVÉS DE INYECCIÓN DE LECHADA POR TUBOS MANGUITOS EN HIPERMERCADO UBICADO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	cybertesis.uach.cl Fuente de Internet	7%
2	1library.co Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	VITA AMBIENTAL S.R.L.. "PAMA de la Planta Industrial Dedicada a la Fabricación y Venta de Ladrillos-IGA0007926", R.D. N° 908-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publicación	1%
5	Submitted to Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Trabajo del estudiante	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MEJORAMIENTO DEL SUELO A TRAVÉS DE INYECCIÓN DE LECHADA POR TUBOS
MANGUITOS. EN HIPERMERCADO UBICADO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO

Línea de Investigación: Desarrollo Urbano-Rural, Catastro, Prevención de riesgos, Hidráulica y
geotecnia

Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Vargas Tenorio, Walter Alex

Asesor:

Osorio Rojas, Eberardo Antonio.
(ORCID: 0000-0002-3451-0223)

Jurado:

Dra. Marlitt Florinda Naupay Vega

Mg. Manuel Estrada Lau

Mg. Angelica Ysabel Miranda Jara

Lima - Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios por permitirme seguir con vida.

A mí a madre Marujita, mi tío Paulino, mi novia Sofía que siempre me apoyaron en todo mi camino personal y profesional. A quien en vida fueron, tía Juanita, abuelita Zenobia y mi querido profesor Ing. Carlos Ballardo Reyes que en los momentos más difíciles siempre me siguieron apoyando y motivando para seguir a pesar de la adversidad, ahora desde el cielo iluminan mi día a día en todo momento.

A los profesores de la universidad, mi asesor y compañeros del trabajo por el apoyo y la disponibilidad para seguir avanzando.

ÍNDICE

Resumen.....	7
Abstract.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Trayectoria del autor	9
1.2. Descripción de la empresa.	10
1.3. Organigrama de la Empresa.	11
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	12
II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESPECIFICA.....	14
2.1. Definiciones y términos básicos.....	14
2.1.1. Suelos	14
2.1.2. Tipos de suelos.....	15
2.1.3. Propiedades de los suelos.....	19
2.1.4. Suelos de depósitos aluviales	21
2.1.5. Suelos de depósitos coluviales	21
2.1.6. Suelos de depósito coluvial - aluvial.....	22
2.1.7. Suelos parcialmente saturados	22
2.1.8. Mejora de suelos	22
2.1.9. Métodos de mejora y refuerzo de terrenos.....	23
2.2. Descripción y formulación del problema.	25
2.3. Ubicación del Hipermercado:	25
2.4. Objetivos.	26

2.4.1. Objetivo General	26
2.4.2. Objetivos Específicos.....	26
2.5. Metodología de perforación para inyecciones tubo manguito	27
2.6. Ejecución y equipamiento de las perforaciones para inyección.....	27
2.7. Mezclas de Inyección.....	28
2.8. Procedimiento de Inyección.....	28
2.8.1. Inicio de inyección	30
2.8.2. Sectorización por zonas	31
2.8.3. Parámetros de calidad.	32
2.8.3.1. Diseño de lechada y diseño de mortero	32
2.8.3.2. Procedimiento constructivo de recalce (fijación):.....	33
2.8.3.3. Resultados por zonas después de la inyección de la lechada por tubo manguito....	37
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN	39
IV. CONCLUSIONES.....	40
V. RECOMENDACIONES	41
VI. REFERENCIAS	42
VII. ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño de lechada con y sin aditivo.....	33
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa	12
Figura 2 Suelos orgánicos, a nivel de banco.	16
Figura 3 Muestra de suelo orgánico.	17
Figura 4 Gravas, bloques.....	18
Figura 5 Arcillas inorgánicas	19
Figura 6 Limos orgánico.	19
Figura 7 Mapa de ubicación del hipermercado de Chiclayo.....	26
Figura 8 Método de tubo perforación con equipos hidráulicos.....	28
Figura 9 Instalación de tubo manguito.....	30
Figura 10 Esquema de inyección de lechada.	31
Figura 11 División por zonas del hipermercado.	32
Figura 12 Perforadora portátil / manual	33
Figura 13 Equipo diamantina portátil ubicado en el hipermercado de Chiclayo.....	34
Figura 14 Esquema de inyección de lechada.	35
Figura 15 Tubos manguitos.....	36
Figura 16 Corte de inyección de lechada y detalle de manguito	36
Figura 17 Representación de la zona 01 detalle de ubicación tubos manguitos.....	37
Figura 18 Representación de la zona 02, detalle de ubicación tubos manguitos	38

RESUMEN

El propósito de este informe de suficiencia profesional es describir el procedimiento de inyección de lechada por tubos manguitos para el mejoramiento del suelo de un hipermercado ubicado en la ciudad de Chiclayo, el cual se sectorizo en 6 partes y se analizó una muestra de las Zonas 01 y 02. Primeramente, se realizó una verificación de las condiciones del terreno con el fin de conocer las condiciones iniciales del terreno. Seguidamente, se seleccionó la lechada a utilizar con el fin de conocer el diseño de mezcla idóneo de acuerdo con las condiciones del terreno. la elección de los tubos manguito para la inyección generalmente se utiliza en aplicaciones de inyección estándar que tienen diámetros entre 1” y 2”. La mezcla inyectada abre las válvulas y se expande en el terreno circunstante y rellena los vacíos con la lechada inyectada, lo que dio como resultado un valor de resistencia a la compresión a 7 días por encima de 210kg/cm^2 esta mezcla de lechada definitiva, lo que garantiza la obtención de propiedades mecánicas requeridas por la mezcla cementicia para el relleno de las cavidades en el hipermercado. Se concluye que al iniciar el trabajo se encontraron variedad de vacíos por debajo de la losa, utilizando esta técnica de lechada por inyección a través tubos manguito se logró mejorar la resistencia del suelo de manera considerable que puede soportar el peso al que es sometido.

Palabras Claves: tubos manguitos, lechada, vacíos, terreno.

ABSTRACT

The purpose of this professional sufficiency report is to describe the grout injection procedure through sleeve tubes for the improvement of the soil of a hypermarket located in the city of Chiclayo, which was divided into 6 parts and a sample of Zones 01 was analyzed. and 02. First, a verification of the ground conditions was carried out in order to know the initial conditions of the ground. Next, the grout to be used was selected in order to know the ideal mix design according to the ground conditions. the choice of sleeve tubes for injection is generally used in standard injection applications that have diameters between 1” and 2”. The injected mixture opens the valves and expands into the surrounding ground and fills the voids with the injected grout, which resulted in a compressive strength value at 7 days above 210kg/cm² in this final grout mixture, which that guarantees the obtaining of mechanical properties required by the cementitious mixture for the filling of the cavities in the hypermarket. It is concluded that at the beginning of the work a variety of voids were found below the slab, using this technique of grouting by injection through sleeve tubes it was possible to improve the resistance of the soil in a considerable way that can support the weight to which it is subjected.

Keywords: pipe sleeves, slurry, voids, ground.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Trayectoria del autor

Profesional de Ingeniería Geográfica con experiencia en GEOTECNIA APLICADA. Principalmente en proyectos de mejoramiento de suelos, cimentaciones profundas y muros anclados con las diferentes técnicas y tecnologías de trabajo demostrando una producción optima en cada Proyecto Desarrollado. Excelente capacidad para redactar y sustentar documentos relacionados a los trabajos desempeñados, proactivo, comunicativo y con criterio para la toma de decisiones. Planificar y realizar actividades de trabajo y control tales como: Calidad, Personal, Protocolos, Mediciones, Evaluaciones y Otras Actividades Similares de Gestión. Liderazgo y trabajo en equipo, asegurando el uso óptimo de equipos, herramientas, recursos humanos adecuados y necesarios y el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo.

Periodo de tiempo laborado: 01/06/2019 — 31/07/2023 Ingeniero Residente Incotec Cimentaciones del Perú SAC — Lima.

He laborado como ingeniero residente en la ejecución de los diferentes proyectos que ha desarrollado la empresa.

- ✓ Proyecto: Micropilotes de cimentación planta B2. 15/06/2019 — 30/12/2019
Ingeniero Producción. Unidad Minera San Rafael
- ✓ Cliente: Minsur S.A. Proyecto: Micropilotes de cimentación planta B2 – Adicionales. 15/01/2020 — 01/09/2020 Ingeniero Residente. Unidad Minera San Rafael
- ✓ Cliente: Minsur S.A. Proyecto: hospital Fredy Vallejo Ore – Yanahuanca- Cerro de Pasco. 01/09/2020 — 31/08/2021 Ingeniero Residente. Cliente: 2h ingeniería y construcción S.A. Fueron 678 pilotes CCFA secantes con diámetro de 400mm y longitud 16.8m. 165 micropilotes para zapatas de contrafuertes, con diámetro

219mm y longitud de 12m. adosado un ebi:612 en punta. 94 anclajes de diámetro 219mm y de 14m de longitud. adosados un ebi:612 en punta 165 micropilotes para platea de cimentación de la estructura del hospital de diámetro 273mm y longitud 12.5m. adosado un ebi:815 en punta

- ✓ Proyecto: Construcción de pilotes cfa. hospital Ernesto German Gonzales Oxapampa- Cerro de Pasco. 01/09/2021 — 05/12/2021 Ingeniero Residente. Cliente: 2h ingeniería y construcción. SAC. Construcción de 278 pilotes cfa con diámetro de 800mm y 15 metros de profundidad.
- ✓ Proyecto: Varios. 15/01/2022 — 31/07/2023 Ingeniero Residente de la empresa Incotec cimentaciones del Perú SAC. clientes con las que se ha desarrollado proyectos Incot SA, Cumbra Perú SA, Consorcio Suyay II, Consorcio Perú Health
- ✓ Proyectos varios. 12/08/2012 — 28/05/2019 Ingeniero Producción. Geofundaciones del Perú SAC – lima. Clientes: Obrainsa, Consorcio Hospitalario Lima, G Y M, Soletanche Bachy Perú SAC, Inversiones Lugano SAC, EF Contratistas, Grupo Caral, Rio Bravo Constructora, JE construcciones Generales, Grupo Caral, Grupo TyC.

1.2. Descripción de la empresa.

Incotec Cimentaciones del Perú SAC

- ✓ Es una empresa que se caracteriza por trabajar con una amplia matriz de última tecnología a nivel internacional permitiendo estar a la vanguardia del país, teniendo un precio competitivo en el mercado y optimizando. Cumplir los plazos de trabajo mejorará la calidad y la seguridad.
- ✓ El posicionamiento de la empresa Incotec Cimentaciones del Perú S.A.C. en el mercado nacional se encuentra en constante crecimiento, gracias al respaldo de las obras culminadas que representan y los clientes; quienes hoy en día dan una gran

confianza a la empresa. Esto constituye un permanente desafío que lleva a la mejora continua en todos los procesos

Productos Patentados:

- ✓ **Expander Body Incotec (EBI);** Sistema instalado en la punta del Pilote, Micropilote y Anclaje para incrementar la capacidad de carga de cada elemento por compactación intensa del suelo alrededor de la punta. Incrementando el área de la punta y pre-comprensión del suelo.

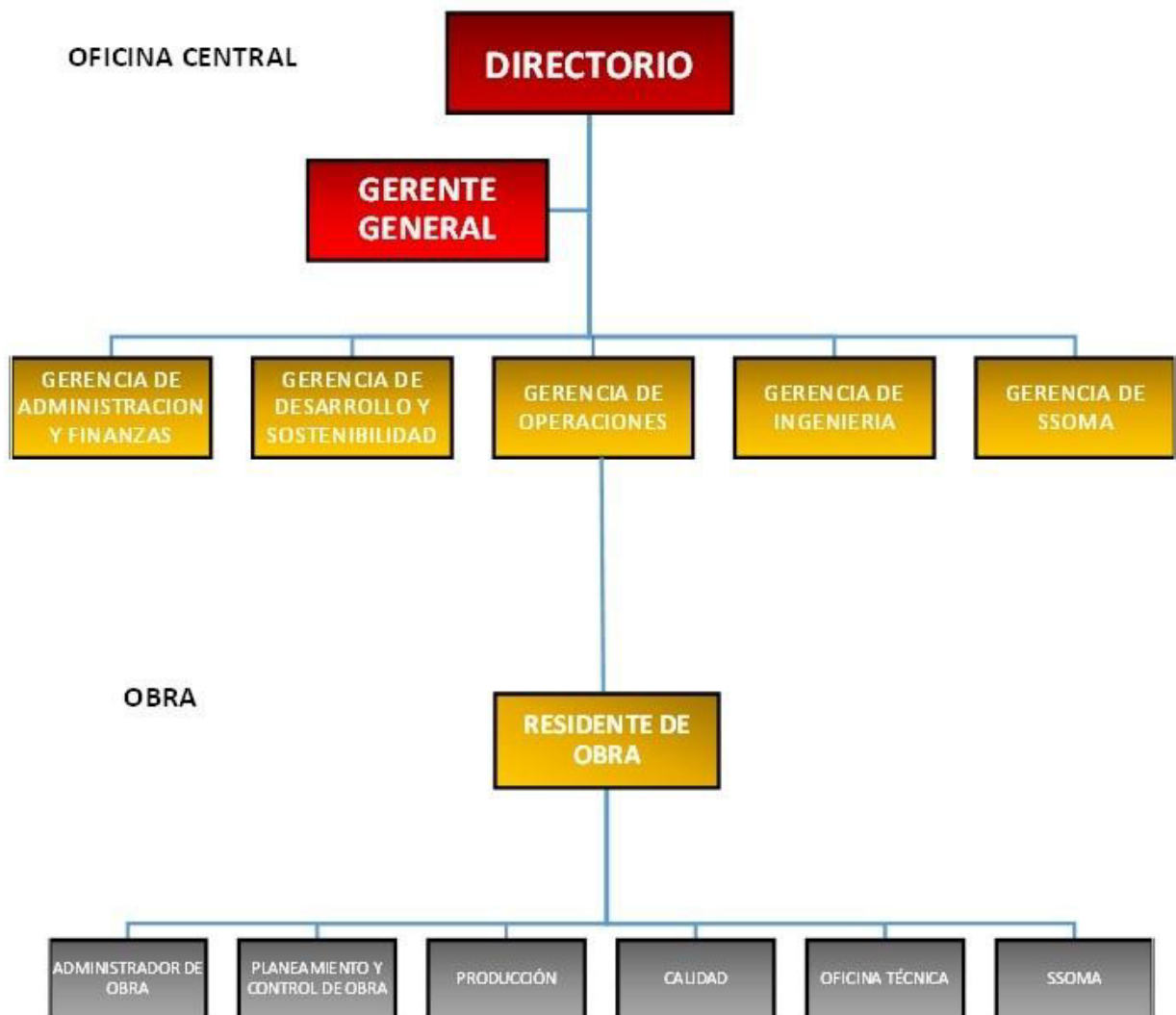
Celda de Carga Incotec (CCI); Sistema de expansión vertical instalado en la punta de Pilotes Perforados. Compacta la zona de suelos alterados y naturales. Confiriendo precarga en la punta de cada Pilote Perforado. (<https://incotecperu.pe/>)

Dirección:

Av. San Borja Norte 166, Piso 3, Ofic. 301 / San Borja – Lima.

1.3. Organigrama de la Empresa.

La empresa se conforma por 5 áreas definidas Comercial, Ingeniería, Operaciones Finanzas Contabilidad y Ssoma. Donde mi desempeño se desarrolló en el área de operaciones en el puesto de Ingeniero Residente e Ingeniero de Producción (ver figura 1)

Figura 1*Organigrama de la empresa*

1.4. Áreas y funciones desempeñadas.

En el área de Operaciones de proyectos se encuentra subdividido por área residencia de obra y producción donde he trabajado en ambas áreas desempeñando las siguientes funciones.

a). El papel del residente es desarrollar y firmar el protocolo de inicio de construcción entre el ingeniero residente y el jefe de obra del cliente, proporcionando al mismo tiempo la documentación, materiales, equipos y técnicas utilizadas durante la construcción.

b). Realizar la coordinación en el frente de trabajo diario y el aseguramiento del cumplimiento de la programación de obra, entrega de reportes de producción diaria al cliente, llenado de protocolos de cumplir los procedimientos estándares de calidad.

c). Recibir los comentarios y solicitudes del cliente relacionados con la ejecución del trabajo y concretar aquellas instrucciones, medidas o soluciones que el cliente considere oportunas, dentro de los plazos estipulados en el contrato o con la rapidez que se requiera dependiendo de la naturaleza de la solicitud.

d). Coordinar y entrega de reportes del plan de trabajo diario, avances semanales elaboración y aprobación de valorizaciones del proyecto, programación de trabajos en obra.

e). Informar, el avance técnico y administrativo de la obra hacia Gerencia General paralización o anomalía que se presente durante su ejecución.

f). Coordinar en la compañía con las diferentes áreas (logística Oficina Técnica, Contabilidad y Administración, Mantenimiento Recursos Humanos), para la entrega de materiales, equipos y documentos que el cliente solicita.

g). Durante el desarrollo del proyecto, definir y asignar los recursos necesarios para cumplir con el cronograma.

H). Coordinar las actividades productivas diarias con el cliente donde se desarrolla el proyecto en base a planificación, aspectos técnicos y recursos.

i). Realizar la programación de los trabajos en función de los recursos, calidad y costos.

j). Difundir y garantizar el conocimiento de los procedimientos de trabajo, verificando la conformidad de los recursos a utilizar en cada frente de trabajo.

k). Llevar un registro de producción de los trabajos ejecutados e inspeccionar que las actividades relacionadas cumplan con todas las especificaciones técnicas del proyecto.

l). Verificar que los registros estén elaborados y se encuentren debidamente firmados archivar y conservar los registros.

II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESPECIFICA.

La actividad específica que desarrolle es la de ingeniero residente lo cual consistía en verificar la ejecución de perforaciones de acuerdo a los planos de ingeniería aprobados para la construcción de cada proyecto teniendo en cuenta el aseguramiento del proceso constructivo desde el inicio de la actividad hasta el final con el objetivo de obtener un producto de calidad para el cliente siempre buscando se cumplan correctamente todas las fases del proceso de trabajo buscando mejorar y/o implementar procesos de ingeniería con el objetivo de evitar exponer al personal de algún tipo de riesgo o esfuerzo físico y así mismo dirigir y optimizar los recursos asignados.

La finalidad del proyecto realizado consistió en diseñar cortinas de inyecciones de consolidación e impermeabilización, suelos, con mezcla de agua /cemento (lechada), aplicando las técnicas de Grouting. A nivel de los suelos permite. su densificación, reducción del nivel de asentamiento, incremento de la cohesión de los suelos y reducción de la permeabilidad.

2.1. Definiciones y términos básicos

2.1.1. Suelos

El suelo es un sistema complejo y diverso que se forma de manera natural debido a la interacción entre el clima, el tiempo y el espacio. Este proceso implica una serie de factores naturales, como los seres vivos, la topografía, la formación a lo largo del tiempo, entre otros. Estos factores contribuyen a la formación de diferentes capas en el suelo, conocidas como horizontes edafogenéticos, los cuales pueden ser clasificados taxonómicamente.

El suelo en la zona de Chiclayo: Se presenta un suelo variado en función al tipo de roca madre, clima, vegetación, topografía. Para las costas se puede distinguir de diferentes clases de suelos; en los valles son de origen fluvio aluviales.

Los suelos más extensos son los arcillosos, lo encontramos almacenados en el lecho del valle andino y oasis costeros, su grosor, al igual que el modelo de arcillas varía de un sitio a otro.

Por otra parte, entre las áreas agrícolas y los matorrales se aprecia una considerable área de planicies costeras y estribaciones andinas sin vegetación, (Sur de Pucallá y al Noroeste de la cuenca).

(Quijada, 2008).

2.1.2. Tipos de suelos

En el ámbito del reconocimiento de suelos, es común clasificarlos en cinco tipos principales: gravas, arenas, limos, arcillas y suelos orgánicos. Aunque en la naturaleza se encuentran mezclas de estos grupos, es importante identificar los tipos base para poder diferenciar los diferentes suelos.

Hay varios factores que se deben considerar en este proceso

- ✓ Suelos orgánicos
- ✓ Suelos de grano grueso
- ✓ Suelos de grano fino

A continuación, te presento algunas características de estos suelos.

2.1.2.1. Suelos orgánicos.

- ✓ Estos materiales se originan de seres vivos, particularmente de los restos de plantas.
- ✓ Poseen tonalidades oscuras y parduscas, y se distinguen por su aroma característico, que puede ser similar al olor de una humedad intensa o descomposición.
- ✓ Son altamente compresibles y experimentan cambios significativos en las variaciones de la humedad.

En la condición seca resulta con una firmeza muy alta, no así en saturado, asimismo son muy accesibles.

- ✓ Se pueden distinguir:
 - Limos orgánicos: De acuerdo con que presenta de color gris a gris oscuro.
 - Arcillas orgánicas: Presenta la característica por color gris oscuro a negro.
 - Turbas: Donde se encuentra lo agregados fibrosos de trozos grande y microscópico de materia orgánico putrefacto.

Figura 2

Suelos orgánicos, a nivel de banco.

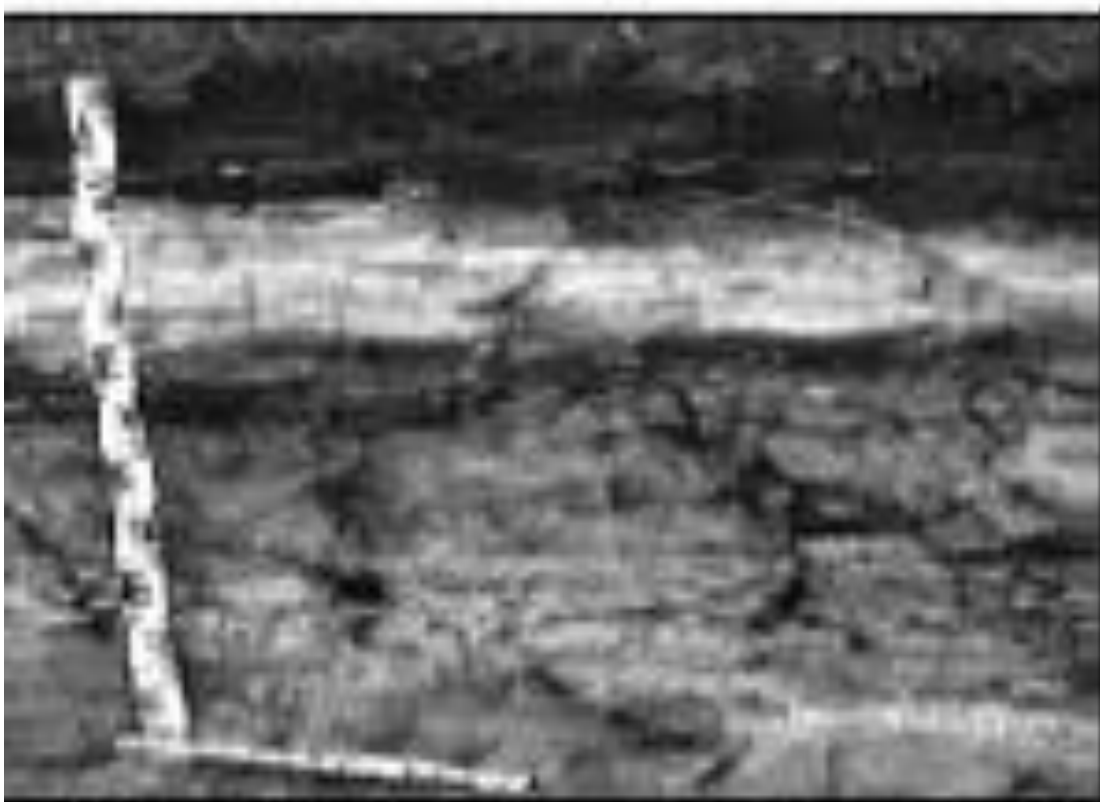


Figura 3

Muestra de suelo orgánico.

**2.1.2.2. Suelos de grano grueso.**

Se puede mencionar el descubrimiento de 3 tipos de suelos que se señalan a continuación:

- ✓ Bloques: Son agregados de mayor tamaño (> 250 mm) al igual que los bolones (75 a 250 mm). Estos tipos de suelos se consideran de alta calidad debido a que su resistencia se encuentra principalmente entre las partículas que los componen.
- ✓ Gravas: Son agregados que no presentan cohesión y están formados por fragmentos granulares no alterados de roca y minerales. El tamaño de las partículas varía entre 4,76 a 75 mm. Al igual que los bloques y los bolones, las gravas tienen una resistencia elevada, son muy permeables y no se ven afectadas por el hielo y el deshielo. Estos agregados se utilizan en la construcción de concreto armado y en la pavimentación de líneas de ferrocarriles y carreteras, entre otros usos.

- ✓ Arenas: Están compuestas principalmente por material resultante de la desintegración natural de las rocas o de la trituración de estas. La estabilidad de las arenas depende de la compactación que se logre. El tamaño de las partículas de arena varía entre 0,074 a 4,76 mm. (Quijada, 2008).

Figura 4

Gravas, bloques.



<https://www.explorock.com/clasificacion-de-los-depositos-sedimentarios/>

2.1.2.2. Suelos de grano fino.

- ✓ Los limos orgánicos se caracterizan por tener un tamaño inferior a 0,074 mm, lo que los convierte en suelos de grano fino con poca o ninguna plasticidad. Esto se debe a su textura áspera, que los hace parecer arcillas y arenas finas. En estado seco, son muy frágiles.
- ✓ Por otro lado, las arcillas inorgánicas están compuestas por partículas pequeñas que se forman a partir de la descomposición química de las rocas.
- ✓ En estado seco, son muy duras y no se puede desprender polvo al frotar una pasta con los dedos. Además, tienen una permeabilidad muy baja. La resistencia de estos suelos depende únicamente de la cohesión de sus partículas.

(Quijada 2008).

Figura 5

Arcillas inorgánicas



(Quijada 2008).

Figura 6

Limos orgánico.



(Quijada 2008).

2.1.3. Propiedades de los suelos

Las propiedades que se obtienen se agrupan en:

1. La resistencia al esfuerzo cortante en suelos cohesivos se define como la capacidad de resistir la compresión sin confinamiento, y puede estimarse mediante la presión necesaria para comprimir una muestra inalterada entre los dedos.

2. La compacidad es una propiedad igualmente importante para los suelos no cohesivos, al igual que la resistencia lo es para los suelos cohesivos. Se puede determinar la relación de vacíos real del suelo al pasar del estado suelto al compacto.
3. La compresibilidad se determina mediante ensayos de laboratorio o se estima a partir del límite líquido y la relación de vacíos.
4. La permeabilidad representa la facilidad con la que el agua circula a través del suelo, y se determina mediante ensayos directos en el laboratorio y en el campo.
5. El color es una propiedad ampliamente utilizada en el estudio de los suelos, ya que es fácilmente observable y a partir de él se pueden deducir características importantes. Se mide mediante la comparación con colores estándar recogidos en las tablas Munsell.
6. La composición del suelo incluye el tamaño de los granos, la graduación, la forma de los granos, la composición mineralógica de los granos gruesos y la plasticidad. Hay dos tipos de suelos: aquellos en los que predominan los granos gruesos (mayores de 0,074mm) y aquellos en los que predominan los granos finos (menores de 0,074mm). La proporción de granos gruesos o finos necesaria para determinar cuál predomina en un suelo no es fija, ya que la Clasificación Unificada define arbitrariamente como tamaño dominante aquellos granos que superen el 50% del peso. Sin embargo, si el suelo contiene minerales arcillosos, los finos pueden predominar, aunque representen menos del 50% del peso total del suelo. La plasticidad se puede determinar mediante el índice de plasticidad o estimarse a través de la resistencia de una muestra seca al aire.
7. La estructura del suelo se determina mediante una investigación detallada. Se utilizan los siguientes términos descriptivos:
 - ✓ Homogénea (propiedades uniformes)

- ✓ Estratificada (capas alternadas de diferentes tipos de suelo)
- ✓ Laminada (repetición de capas con un espesor menor a 3mm)
- ✓ En franjas (capas alternadas en suelos residuales)

Es muy importante señalar los defectos en la estructura del suelo. A menudo se observan los siguientes:

- ✓ espejos de falla (antiguos planos de fallas)
- ✓ Canales de raíces
- ✓ Fisuras (grietas causadas por retracción o heladas)
- ✓ Meteorización (desgaste irregular del color). (Quijada,2008).

2.1.4. Suelos de depósitos aluviales

Son suelos altamente anisotrópicos, constituidos por una distribución de materiales transportados y depositados por el agua, de perfil estructurado, sin desarrollo de procesos de eliminación, con base moderadamente fina o completamente a base de material calcáreo fino y con apariencia de grava gruesa, guijarros y bloques. Se caracteriza por grandes alteraciones estratigráficas y varía mucho en profundidad y textura. Particularmente en la parte inferior presenta características en forma de sal debido a la topografía plana o deprimida asociada a sistemas no drenados.

Sus propiedades se ordenan según las mediciones del tamaño de partícula, su continuidad es irregular y su contenido orgánico aumenta dependiendo de las condiciones de desarrollo. Se encuentran en canales, valles, llanuras, abanicos aluviales, terrazas y paleocanales. (Martínez, 2012)

2.1.5. Suelos de depósitos coluviales

Estos suelos son suelos que se caracterizan por ser heterogéneos, generalmente sueltos y de tamaño grueso; morfológicamente son superficiales, muy cascajosos, delgados y

muy variables en espesor, con una matriz tisular moderadamente gruesa, tienden a ser menos productivos. Dependiendo del origen local, las rocas son masas inestables de fragmentos angulares y heterogéneos, formados como fragmentos de pendientes o depósitos de solución sólida como producto de la metamorfosis in situ de las rocas y su posterior transporte. Y, por último, cabe destacar que la resistencia de estos materiales es baja, especialmente en las zonas de contacto de la roca con el subsuelo. (Martínez, 2012).

2.1.6. Suelos de depósito coluvial - aluvial

Estos son productos de la mecánica de pendientes, donde el viento y la gravedad son los principales factores de erosión, y se cree que representan suelos que representan una transición entre dos tipos de depósitos. Por tanto, las partículas de grava y arena son más pequeñas que las esquinas y no se limpian bien. Se encuentran principalmente en llanuras y conos. (Garnique y Gonzales 2012)

2.1.7. Suelos parcialmente saturados

Constan de al menos tres fases: sólida, líquida y gaseosa. Es decir, la cavidad está ocupada por aire y agua.

2.1.8. Mejora de suelos

Aspectos como el suelo, la piedra, la madera y otros materiales naturales son generalmente formas de mejorar el suelo, con el simple hecho de que se puede modificar para lograr las propiedades deseadas. Se trata de una práctica milenaria que permite construir edificaciones en terrenos con malas condiciones si se obtienen las propiedades óptimas, por lo que hoy en día se utiliza habitualmente en ingeniería geotécnica.

El objetivo principal de los métodos de mejora del suelo es reducir el riesgo de licuefacción y prevenir aumentos rápidos de la presión del agua intersticial durante los terremotos.

2.1.9. Métodos de mejora y refuerzo de terrenos

La topografía proporciona ciertas garantías suficientes para asegurar la estabilidad y provocar un asentamiento aceptable de la estructura. Una solución que utilice cimientos superficiales es la mejor solución.

Por otro lado, el mejoramiento topográfico es actualmente uno de los temas más relevantes en la ingeniería geotécnica, ya que se presenta como una alternativa que permite construir sobre terrenos blandos o compresibles con las garantías necesarias desde el punto de vista de la ingeniería. Pero, por otro lado, desde el punto de vista de ser más eficiente, más rápido, más fácil y barato, presenta importantes ventajas desde el punto de vista medioambiental.

2.1.9.1. Drenes verticales: Estos sistemas se utilizan para acelerar la consolidación de suelos arcillosos blandos, pero también para mejorar rellenos, limos orgánicos e inorgánicos, turba, etc.

2.1.9.2. Compactación dinámica: Este sistema es más eficaz cuanto más arenoso es el terreno y menor es el índice de densidad. Su uso tiene sentido en suelos menos saturados y permeables debajo del nivel freático. En suelos mal drenados debajo del nivel freático, esto es posible, pero menos efectivo.

Sus limitaciones incluyen la incapacidad de comprimir debajo de capas duras. Además, dado que la influencia del fenómeno de dilatación es grande, no se puede exceder la densidad crítica. Finalmente, esta no es una práctica recomendada en áreas urbanas ya que impacta las áreas circundantes.

2.1.9.3. Sustitución dinámica: Esta técnica es adecuada para sustratos poco profundos (4-5 m), así como para suelos arcillosos y limos blandos.

2.1.9.4. Columnas de grava: El tratamiento con columna de grava tiene las siguientes cinco funciones:

- ✓ Reducción de insumos totales y diferenciales.
- ✓ Acelerar el proceso de integración.
- ✓ Incrementar la capacidad portante del suelo.
- ✓ Mejora de la estabilidad frente a deslizamientos.
- ✓ Reduce el potencial de licuefacción del suelo.

Se utiliza para suelos mixtos granulares o cohesivos con una resistencia al corte de 20 a 100 KN/m² y es especialmente adecuado para cargas ligeras a medias. Uno de los problemas más comunes en la construcción de columnas es la continuidad de la capa de baja resistencia, lo que obliga a aumentar el diámetro de la columna en estas zonas para asegurar una correcta compactación. Entre sus carencias también cabe destacar que sólo se puede utilizar en determinadas ubicaciones, debido a la gran cantidad de máquinas necesarias.

2.1.9.5. Jet grouting (inyección de lechada)

Los efectos del "jet grout" sobre la topografía y las propiedades son los siguientes.

- ✓ Se ha mejorado la topografía natural entre los pilares.
- ✓ La presión de poros del suelo fuera de la columna tratada permanece sin cambios.
- ✓ No afecta la estabilidad de las estructuras existentes.
- ✓ Puede realizarse sobre prácticamente cualquier terreno y a través de obstáculos creados por el hombre (galerías, cimientos, losas, etc.).

Las desventajas incluyen el alto costo y la escala de la maquinaria necesaria para operar el sistema y las altas presiones requeridas que pueden afectar las estructuras cercanas.

. (Fernández, 2012)

2.1.9.6. Inyecciones: Su objetivo principal es reducir la permeabilidad del suelo y mejorar su resistencia y rigidez. Estos se utilizan para aumentar la capacidad de carga, como en trabajos de cimentación y excavaciones debajo del nivel freático para reducir el riesgo de licuefacción.

2.2. Descripción y formulación del problema.

En el Perú, a finales del año 2016, se produjo el fenómeno del niño, siendo denominado por los expertos "El Niño costero", causando desbordes, inundaciones y aluviones que afectaron a varias localidades, siendo Chiclayo una de las ciudades con más daños presentados. En base a observaciones directas realizadas por el autor, desde el punto de vista geológico, una de las afectaciones ocasionadas fue el incremento del nivel freático del suelo, lo que generó un debilitamiento del mismo producto del lavado de los finos, generándose la creación de vacíos que traen como consecuencia el deterioro de las construcciones existentes en la zona afectada, produciéndose fracturas de las losas y desniveles, tal y como ocurrió en un Hipermercado de una importante cadena a nivel nacional ubicado en la ciudad de Chiclayo.

En este sentido se requiere del uso de una técnica poco invasiva, de costos razonables y que permita la operatividad del Hipermercado, evitando el cierre de este, para la mejora del suelo, la cual consistirá en rellenar bajo la losa existente los espacios vacíos con una mezcla homogénea cementante, para de esta manera evitar deformaciones adicionales a la losa o continuación de las fracturas de esta, así como el mejoramiento del relleno con la misma mezcla en mención.

En base a lo anterior, se formula el siguiente problema general: ¿Se puede lograr el mejoramiento del suelo a través del procedimiento de inyección de lechada por tubos manguitos para un hipermercado ubicado en la ciudad de Chiclayo?

2.3. Ubicación del Hipermercado:

Calle Pacifico, cruce con Avenida Elvira García y García, Chiclayo

Figura 7

Mapa de ubicación del hipermercado de Chiclayo.

**2.4. Objetivos.****2.4.1. Objetivo General**

Aplicar el procedimiento de inyección de lechada por tubos manguitos para el mejoramiento del suelo de un hipermercado ubicado en la ciudad de Chiclayo.

2.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar los requerimientos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de inyección de lechada por tubos manguitos.
- ✓ Ejecutar el procedimiento de inyección de lechada por tubos manguitos.

2.5. Metodología de perforación para inyecciones tubo manguito

Esta tecnología puede ocurrir de forma natural o artificial y tiene como objetivo favorecer el ablandamiento de los suelos que sirven de base a edificios, vías de ferrocarril u otros elementos estructurales. Al inyectar lechada de cemento, se observa la propiedad de disminuir la resistencia debido a la presión y la presión repetida. En sucesivos puntos de cierre colocados a lo largo del pozo en etapas hasta alcanzarlos.

El objetivo de este procedimiento es conseguir una mejora general del suelo tratado, tanto en términos de adherencia al suelo como de ángulo de fricción interna, y mejorar la precisión de la carga sobre el suelo con la capacidad de eliminar los problemas de comodidad al sentarse. garantizar una comunicación adecuada. (Coronilla, 2015).

2.6. Ejecución y equipamiento de las perforaciones para inyección

Se realiza el proceso de perforación de al menos 3 pulgadas de diámetro hasta alcanzar la profundidad especificada, con revestimientos estabilizadores adecuados si fuera necesario. Una vez que se completa y limpia cada orificio, se coloca un tubo de acero o PVC con secciones perforadas espaciadas no más de 50 cm a lo largo de toda la longitud del tratamiento y se cierra con una válvula de manguito de goma. Se llama "tubo de manga".

Después de introducir la mezcla siempre desde el fondo del pozo, se inyecta en el espacio entre el suelo y el tubo de revestimiento (corona circular) mortero de cemento-bentonita, manteniendo constante en todo momento el nivel superior del mortero (donde se encontraba el tubo de revestimiento). instalado (si es necesario). (Se irá recuperando poco a poco). Una vez endurecido, el relleno de la corona circular (“funda” o “ganancia”) actúa como un obturador longitudinal durante el proceso posterior de inyección de la manga (Figura 12). Las vainas de lechada no deben ser demasiado duras para que puedan abrirse todas durante la inyección.

Figura 8

Método de tubo perforación con equipos hidráulicos.

**2.7. Mezclas de Inyección**

En cuanto a la composición de la mezcla de inyección, el suelo debe permanecer estable y estar constituido por cemento bentonita y debe cumplir al menos con los siguientes requisitos:

- ✓ La prueba de paso del cono de humedal dura de 40 a 55 segundos dependiendo de la absorción en el suelo.
- ✓ El agua libre no debe exceder el 4%.
- ✓ La resistencia a los 7 y 28 días es superior a 7 kg/cm² y 20 kg/cm².
- ✓ Se pueden agregar algunos aditivos a las configuraciones de control de mezcla.

(Fundaciones Espyfer (blanco y negro))

2.8. Procedimiento de Inyección

En este método, la inyección se realiza con un control constante de la absorción, la presión y el tiempo de inyección. Los registros de ejercicio se almacenan en el sitio y registran los siguientes datos:

- ✓ Profundidad de perforación.
- ✓ Se vierten vainas de un litro en la perforadora.
- ✓ Etapas de inyección, absorción por etapa y presión final de cada manga. La ejecución se realiza en orden ascendente comenzando desde la manga más baja. La fase de inyección del revestimiento se interrumpe hasta que se vuelve a determinar la presión de ajuste, si ésta se proporciona al sistema de control. Vuelva a inyectar cada manga hasta alcanzar una presión de inyección mayor que el valor especificado (1 kp/cm² por metro de profundidad) y se mantenga durante 1 minuto. Dependiendo del proceso de absorción, la presión o el control del proceso, la velocidad de inyección no debe exceder los 30 l/min y debe reducirse a menos de 5-10 l/min en la etapa de inyección final.
- ✓ Completar registros de campo anotando mediciones de volumen, presión, caudal y diámetro del revestimiento para cada sección de inyección.

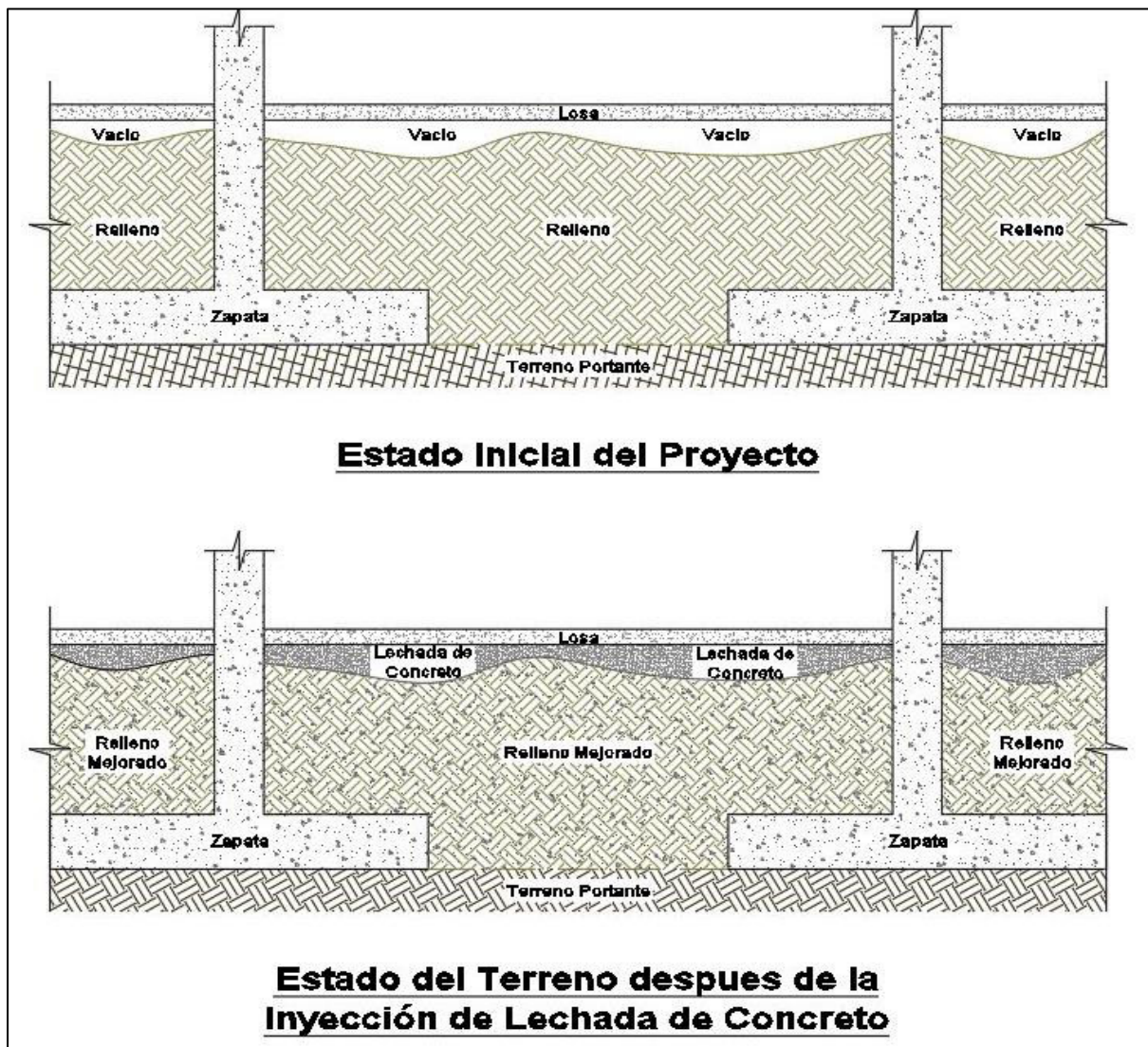
La opción más adecuada para evaluar los resultados de este tratamiento con estas características es realizar controles adecuados, que exigen que el coeficiente de deformación del suelo una vez finalizada la inyección supere los 150

Figura 9

Instalación de tubo manguito.

**2.8.1. Inicio de inyección**

La metodología que se empleó para realizar la inyección de lechada por manguitos para el mejoramiento del suelo de un hipermercado ubicado en la ciudad de Chiclayo, Perú, este proceso lo que buscó fue rellenar bajo la losa existente los espacios vacíos con una mezcla homogénea cementante, para de esta manera evitar deformaciones adicionales a la losa o rotura de esta.

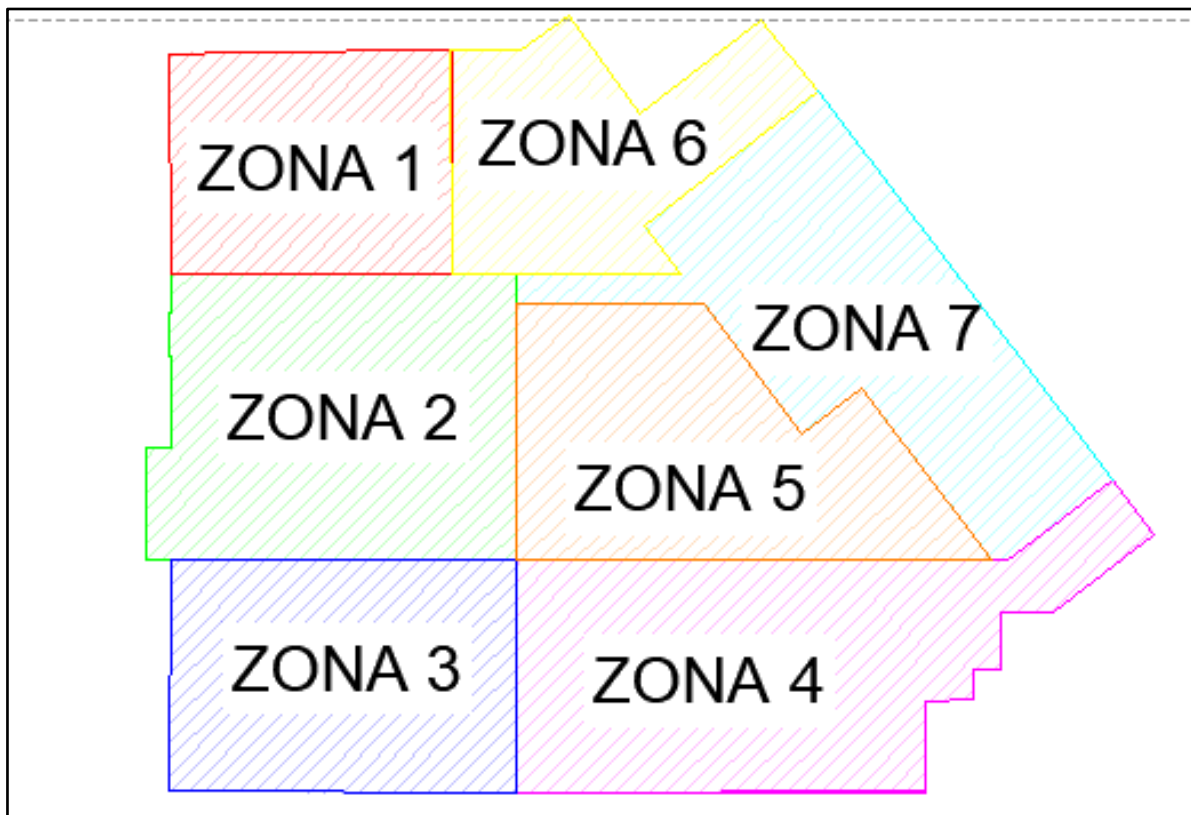
Figura 10*Esquema de inyección de lechada.*

2.8.2. Sectorización por zonas

Para el desarrollo del mejoramiento del suelo en el hipermercado, se procedió a sectorizar el área de trabajo en 7 zonas, de tal forma que se minimice el impacto en el desarrollo de las actividades propias de este tipo de empresa. En este sentido, se programó una secuencia de liberación de zonas, para de esta manera la empresa pueda movilizar la mercancía y muebles. A continuación, se muestra sectorización.

Figura 11

División por zonas del hipermercado.



Como se puede observar en la figura 9, toda el área del hipermercado se dividió en 7 zonas, donde las 7 zonas requieren la mejora del suelo. Para el desarrollo de la presente investigación se seleccionaron de forma aleatoria 2 zonas, siendo estas las zonas 1 y 2

2.8.3. Parámetros de calidad.

Con el fin de que de verificar que se desarrolló un trabajo adecuado, se propuso el siguiente punto de control.

2.8.3.1. Diseño de lechada y diseño de mortero: Se realizaron a las mezclas pruebas previas y durante la ejecución del procedimiento de inyección, todo con la finalidad de garantizar la fluidez y resistencia a la compresión simple.

Tabla 1*Diseño de lechada con y sin aditivo.*

SIN ADITIVO	CON ADITIVO
F'c (diseño): 350 kg/cm ² Relación (a/c): 0.50 ± 0.10 Cemento: Tipo I	F'c (diseño): 350 kg/cm ² Relación (a/c): 0.45 ± 0.10 Cemento Tipo I Aditivo: 2.75% (Peso del Cemento)

2.8.3.2. Procedimiento constructivo de recalce (fijación): De la secuencia anterior, se describe el proceso realizado:

- ✓ Despejado la zona de trabajo, se colocó un cerramiento mediante paneles móviles, para delimitar y restringir el acceso a este lugar.
- ✓ Ubicación topográfica de los pases sobre losa.
- ✓ Perforación 2 ½" Max 3 1/2" sobre la losa, en una malla de 2.0, 2,5 y 3.0 mts, se usará un equipo de diamantina portátil. Ver figura 12.

Figura 12*Perforadora portátil / manual*

Figura 13

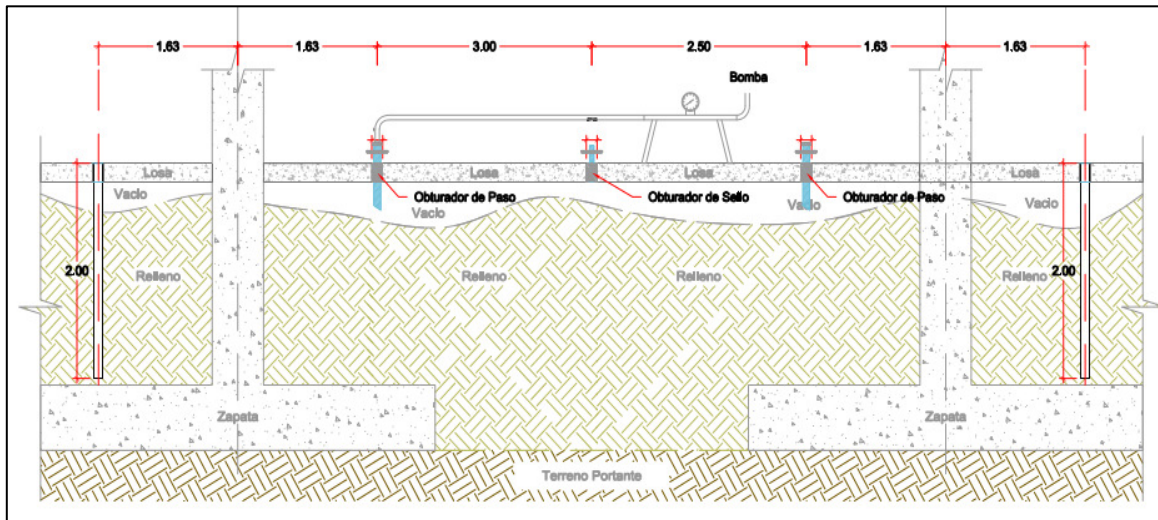
Equipo diamantina portátil ubicado en el hipermercado de Chiclayo.



- ✓ Inyección de mortero a baja presión, desde el segundo nivel de la tienda se preparó una mezcla de mortero el cual se bombeó a través de un pase de la losa de la tienda por medio de un obturador de paso, a medida que avanzó la inyección, la mezcla salió por los pases adyacentes utilizando un obturador de sello donde se apreció que afloraba la mezcla. Se continuó así hasta que se obtuvo una presión de 3 a 5 bares en el pase de inyección. Con la presión esperada se retiró el obturador de paso y se cambió por uno de sello; reanudando la inyección en otro pase alejado del anterior, se llevó la misma secuencia hasta que la zona de trabajo esté completa. Ver figura 14.

Figura 14

Esquema de inyección de lechada.



- ✓ Con las inyecciones de mortero con los paramentos anteriores, se realizó la perforación con perforadora roto-percutiva portátil de 1 ½" a 2" y de 2.0 mts en la zona de las zapatas y de 3 mts en las otras zonas, esta perforación se ejecutó de forma intercalada.
- ✓ En la perforación realizada se instaló un tubo de presión en PVC de 1" con manguitos (perforaciones de ¼ en forma de cruz para la salida de la lechada, cubierto por caucho cada 30 a 35 cm, ver figura 15. Una vez que se realizó la instalación se llenó la perforación con lechada para que recubra el tubo.
- ✓ Al día siguiente se procedió a realizar las inyecciones, pero con dos parámetros de control, máximo 1 bolsa de cemento por metro lineal y máximo 5 bares de presión, si durante la inyección no se alcanza la presión pedida, nuevamente al día siguiente se inyectará, pero solo 0.5 bolsa de cemento por metro lineal y máximo 5 bares, con este proceso se termina las inyecciones de lechada.

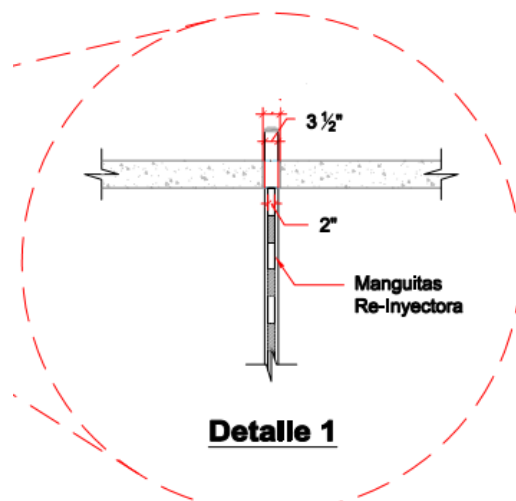
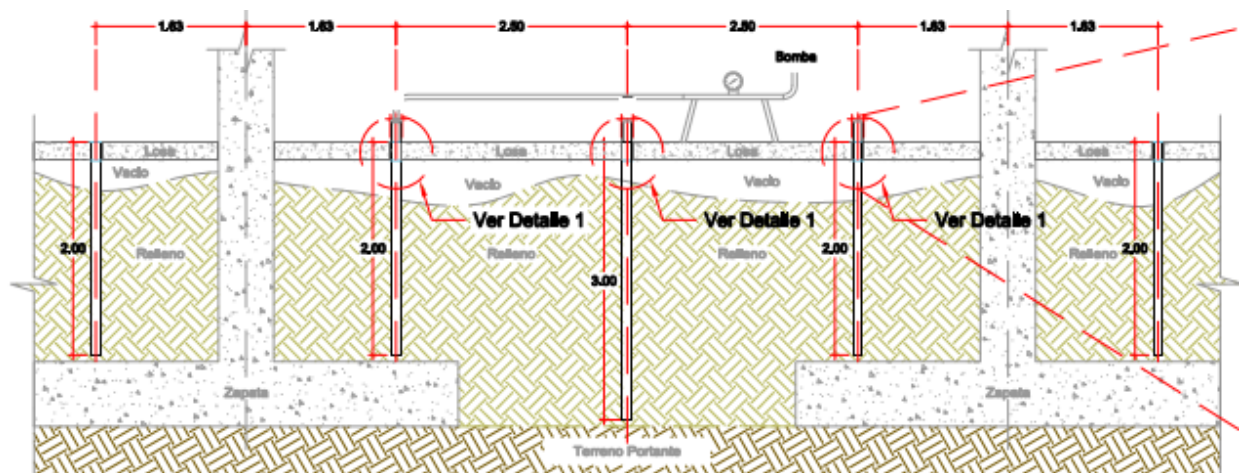
Figura 15

Tubos manguitos.



Figura 16

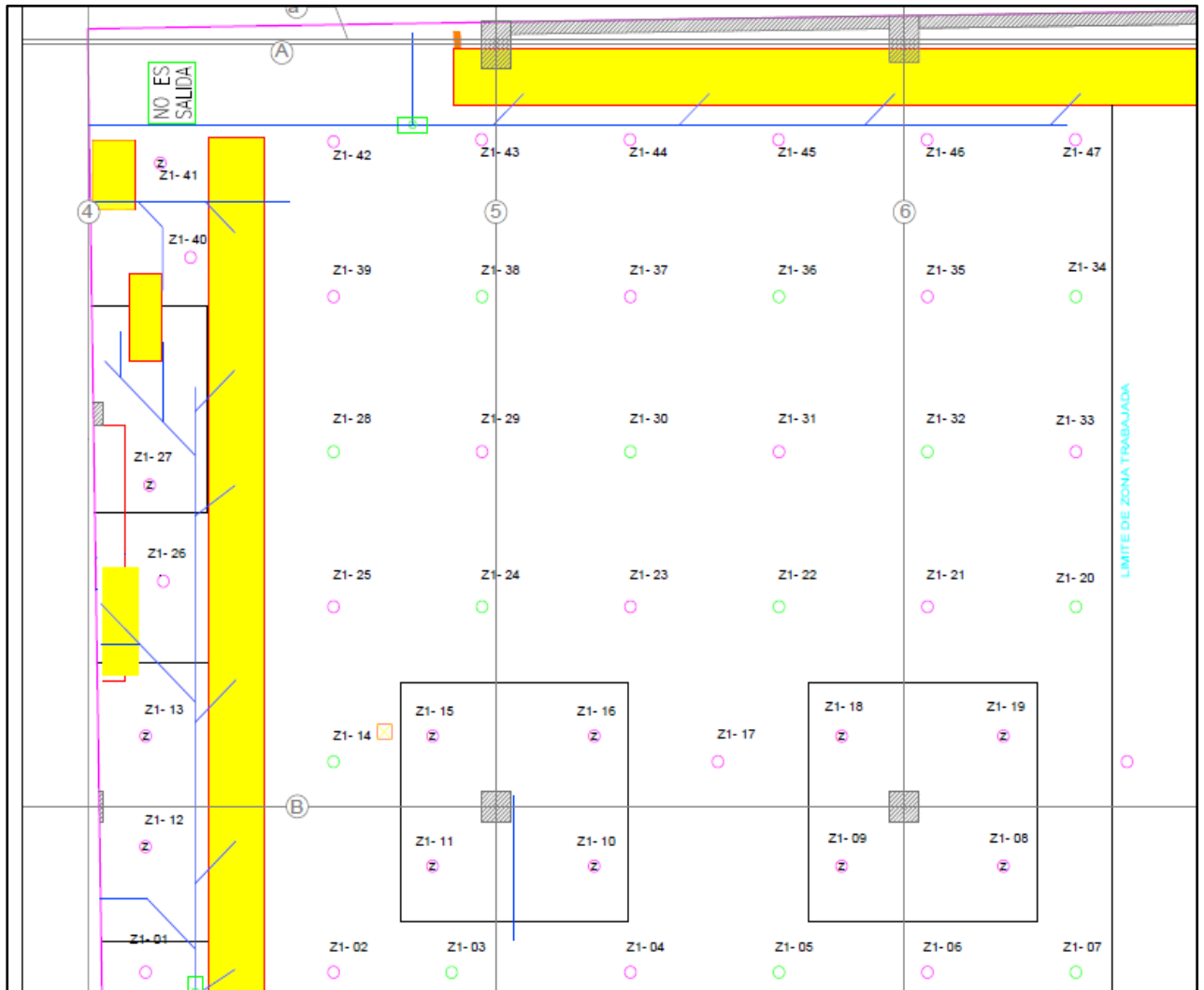
Corte de inyección de lechada y detalle de manguito



2.8.3.3. Resultados por zonas después de la inyección de la lechada por tubo manguito

Figura 17.

Representación de la zona 01 detalle de ubicación tubos manguitos

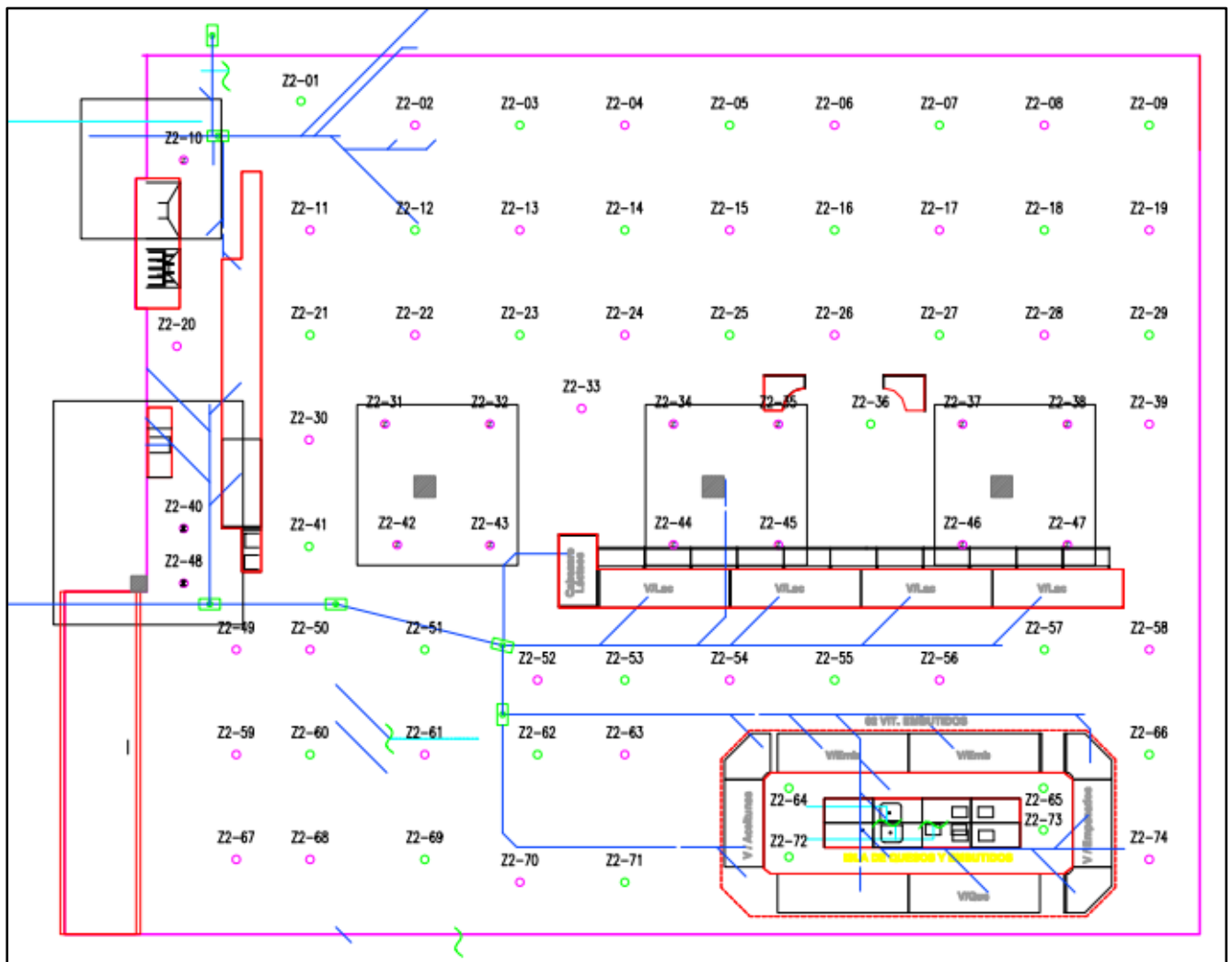


Se muestran la ubicación de los tubos manguitos lo cual permitió dejar llenos lo vacíos existentes con la lechada por debajo de la losa.

- ✓ Como resultado se realizó 47 instalaciones de tubos manguitos pertenecientes a la zona 01 de la losa del hipermercado a diferentes profundidades.
- ✓ Se realizó 47 inyecciones de lechada pertenecientes a la zona 01 en la losa del hipermercado a diferentes profundidades con una profundidad máxima de 3m con un volumen de inyección de 18,7m³ en la zona 1

Figura 18

Representación de la zona 02, detalle de ubicación tubos manguitos



Tal como se muestra en la figura 16 se muestran la ubicación de tubos manguito llenos de lechada, a diferentes profundidades.

- ✓ Como resultado se realizó 74 instalaciones de tubos manguitos pertenecientes a la zona 02 de la losa del hipermercado a diferentes profundidades.
- ✓ Se realizó 74 inyecciones de lechada pertenecientes a la zona 02 en la losa del hipermercado a diferentes profundidades, con una profundidad máxima de 3m con un volumen de inyección de 33,5m³ en la zona

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN

Mi aporte más destacable a la empresa fue la ejecución de los trabajos para la mejora de los suelos a través de la inyección de lechada en un hipermercado en la ciudad de Chiclayo.

- ✓ Se optimizó el desarrollo de las actividades de trabajo dándose cumplimiento efectivo a un cronograma de trabajo establecido obteniéndose en este sentido un rendimiento mejor al planteado, entregándose dos de las tres zonas estudiadas con 2 días de antelación al cronograma de trabajo de obra.
- ✓ Se optimizó el diseño de lechada para el llenado de vacíos bajo la losa.
- ✓ Se evidenció que con la inyección de lechada bajo losa se tiene mejor avance en el desarrollo del trabajo de mejoramiento de suelo
- ✓ En los ensayos realizados a los testigos recabados posterior a la inyección de la lechada por manguito, se obtuvo un valor de resistencia en compresión a 7 días con un 70% de su capacidad de diseño por encima de 210kg/cm² siendo este el valor obtenido en los análisis de laboratorio realizados una vez que se determinó la mezcla de lechada definitiva
- ✓ En los ensayos posteriores a los 28 días, muestran según ensayos realizados en laboratorio se obtuvo un valor mayor a los 280kg/cm² (presión), lo que garantiza la obtención de propiedades mecánicas requeridas por la mezcla de lechada para el relleno de las cavidades presente debajo de la losa del hipermercado
- ✓ Se garantizó un buen desempeño de trabajo para la puesta en marcha de las operaciones del hipermercado por encima de 100kg/cm², siendo este el valor mínimo requerido para garantizar la efectividad del suelo tratado. Su ejecución busca eliminar problemas de asentamiento por consolidación del terreno. Por lo tanto, al final se obtienen suelos más consolidados y de mayor resistencia

IV. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró preparar una mezcla de lechada que permitió facilitar los trabajos de colocación (inyección) con el equipo disponible y la obtención de resistencia superior al de un suelo de buena calidad.
- ✓ Se realizó la inyección de lechada bajo losa en toda la zona de trabajo con resultados de acuerdo con la programación de obra, alcanzando una eficiencia superior y dando como resultado una mejora en la losa del hipermercado una vez que se rellenaron los vacíos existentes obteniéndose una mejor firmeza y dureza del suelo capaz de soportar el peso al que es sometido.
- ✓ Las pruebas de los ensayos realizadas en el laboratorio una vez obtenida la mezcla de lechada definitiva, dio como resultados finales un valor de resistencia en compresión a 7 días con un 70% de su capacidad de diseño por encima de 210kg/cm^2 .
- ✓ Las pruebas de los ensayos realizados en laboratorio posteriores a los 28 días muestran un valor superior a los 280kg/cm^2 , lo que demuestra una resistencia de las propiedades mecánicas por encima de las requeridas por la mezcla de lechada en el relleno de las cavidades presente debajo de la losa del hipermercado. garantizar la efectividad del suelo tratado. Su ejecución busca eliminar problemas de asentamiento por consolidación del terreno. Por lo tanto, al final se obtienen suelos más consolidados y de mayor resistencia
- ✓ Se garantizó un buen desempeño de trabajo para la puesta en marcha de las operaciones del hipermercado en los tiempos establecidos, post trabajos de inyección de la lechada a través de tubos manguitos. Obteniendo la satisfacción de la administración del hipermercado (cliente).

V. RECOMENDACIONES

- ✓ Una vez realizado el diseño de la lechada para la inyección se deberá aplicar otros diseños de lechada para establecer el mejor diseño que se adapte a los requerimientos, en función de la demanda de este método de mejoramiento de suelos.
- ✓ Se hace necesario contar con los estudios de suelo actualizados del área de trabajo para de esta manera tener datos reales que permitan seleccionar el mejor método de trabajo a fin de optimizar los tiempos de ejecución del mejoramiento del suelo.
- ✓ Hacer visitas previas in situ antes del inicio de los trabajos de mejora de suelos, lo que permitirá tomar controles y muestras del diseño de lechada que se viene trabajando en la ejecución de la obra para garantizar una respuesta efectiva ante cualquier eventualidad.
- ✓ Para realizar el muestreo de lechada, posterior curado de las mismas y su traslado para laboratorio se deben tener en cuenta criterios de calidad, tiempos de maduración en cada muestra con sus fechas respectivas y/o códigos establecidos en el proyecto.
- ✓ Realizar un plan de sectorizaciones con la parte administrativa del hipermercado con el objetivo de optimizar los tiempos de trabajos y evaluar las rutas de evacuación ante cualquier caso fortuito o eventualidad que pueda desarrollarse durante la ejecución de los trabajos establecidos.

VI. REFERENCIAS

- Cimentaciones Espyrfet (S/F). *Metodología de Perforación para Inyecciones Tubo Manguito. Cimentaciones especiales y ferroviarias*. <http://www.espyfer.com/index.php/inyecciones-tubo-manguito>
- Coronilla, N. (2015). *Estudio de la mejora de terreno mediante columnas Suelo-Cemento tipo Mixpile*. [Tesis Doctoral. Universidad de Málaga]. <https://core.ac.uk/download/pdf/214842263.pdf>
- Fernández, J. (2012). *Jet grouting*. https://www.terratest.cl/pdf/publicaciones/Jet_Grouting_Juan_Manuel_Fernandez.pdf
- Garnique, P. y Gonzales, D. (2012). *Estudio de suelos con fines de zonificación ecológica económica 2012. Nacional para el Territorio en el Gobierno Regional de Lambayeque*. https://www.google.co.ve/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CDUQw7AJahcKEwigx4rLrpKBaxUAAAAAHQAAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.pe%2Fdownload%2Ffile%2Ffid%2F62144&psig=AOvVaw1n5vYodlXdpplleoq_hzj6&ust=1693965229765449&opi=89978449
- Gobierno Regional de Labanyeque (2012). *Estudio de suelos con fines de zonificación ecológica económica*. http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Lambayeque/Memoria_Descriptiva_Suelos.pdf
- Gobierno Regional de Labanyeque (2013). *Estudio geológico del departamento de Lambayeque año 2013*. http://ot.regionlambayeque.gob.pe/upload/pdf/archivo_54ee33bf9a413.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2003). *Mapa de peligros de la ciudad de Lambayeque*. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/3134>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2003). *Plan de prevención ante desastres: usos del suelo y medidas de mitigación ciudad de Chiclayo*. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/chiclayo.pdf
- Martínez J (2012). *Construcción de edificio comercial de cinco niveles. Geotecnia y gestión de proyectos ingeniería básica y de gestión. Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación de estructuras*. <https://es.scribd.com/document/104912391/estudio-de-mecanica-de-suelo>

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Gobierno Provincial de Chiclayo y la Universidad Señor de Sipán (USS). (2008). *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Chiclayo*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9346/-Perspectivas_del_Medio_Ambiente_Urbano_-_GEO_Chiclayo-2008GEO_Chiclayo_2008_1.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Quijada C (2008). Mejoramiento de suelos en base a los métodos de vibroflotacion y vibrosustitucion. [Tesis de Pregrado. Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfciq.6m/doc/bmfciq.6m.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo A: Certificado de Trabajo

Anexo B: Grado Académico

Anexo C: Plano General

Anexo D: Formato de Registros de perforación e inyección de lechada.

Anexo E: Fotografías

Anexo A:

Certificado de Trabajo



CONSTANCIA DE TRABAJO

El que suscribe, en representación de INCOTEC CIMENTACIONES DEL PERÚ S.A.C. con RUC N° 20601415578.



CERTIFICA:

Que, el Sr. **VARGAS TENORIO WALTER ALEX**, identificado con DNI N° 44489678, labora para mi representada ocupando el cargo de **RESIDENTE DE OBRA** desde el 30.05.2019 hasta el presente.

Se expide el presente documento, de acuerdo a Ley, para los fines que el interesado crea conveniente.

Lima, 19 de Junio del 2023

Atentamente,

INCOTEC CIMENTACIONES DEL PERÚ
WALD MEJÍA F.
JEFE DE RECURSOS HUMANOS

CERTIFICADO DE TRABAJO

GEOFUNDACIONES DEL PERU S.A.C., con RUC N° 20520736931, domiciliado en AV LOS FAISANES 170 CHORRILLOS - CHORRILLOS, debidamente representado por NICOLAS ARANGO CADAVID, identificado(a) con DNI N° AQ488874.

CERTIFICA

Que, el Sr. **WALTER ALEX VARGAS TENDRID**, identificado con DNI N° 44439678, ha laborado en nuestra empresa, desde el 13 de Agosto del 2012 hasta el 25 de Marzo del 2019, desempeñándose como **INGENIERO RESIDENTE**.

Durante el tiempo de su permanencia, ha demostrado puntualidad, honestidad y responsabilidad en la prestación de sus servicios.

Se emite este documento en cumplimiento a lo dispuesto en el D.S. N° 001-96-TR, Reglamento de la Ley de Fomento del Empleo.

LIMA, 3 de Abril de 2019




NICOLAS ARANGO CADAVID

PAS N°AQ488874

Anexo B:
Grado Académico



del Perú

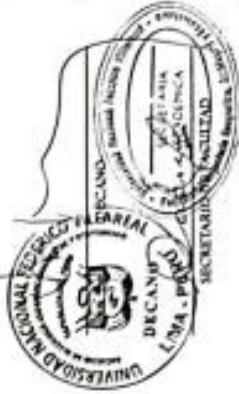
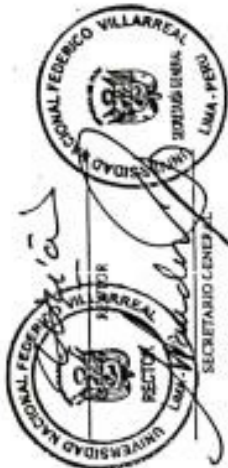
A nombre de la Nación
El Rector de la Universidad Nacional "Federico Villarreal"
 Por cuanto: El Consejo de Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y
 Ecológico... con fecha... 02... de Diciembre... del 2011... ha aprobado
 el otorgamiento del **Grado de Bachiller en Ingeniería Geográfica**



A.....
Walter Alex Vargas Genorio.....

Y, el Consejo Universitario con fecha... 24... de **Abril**... del 2012...
 le ha conferido el **Grado**..... correspondiente.

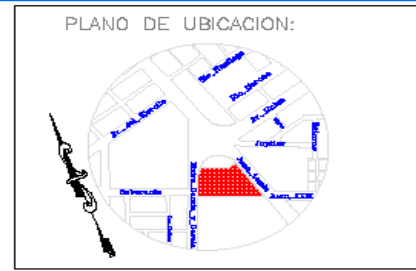
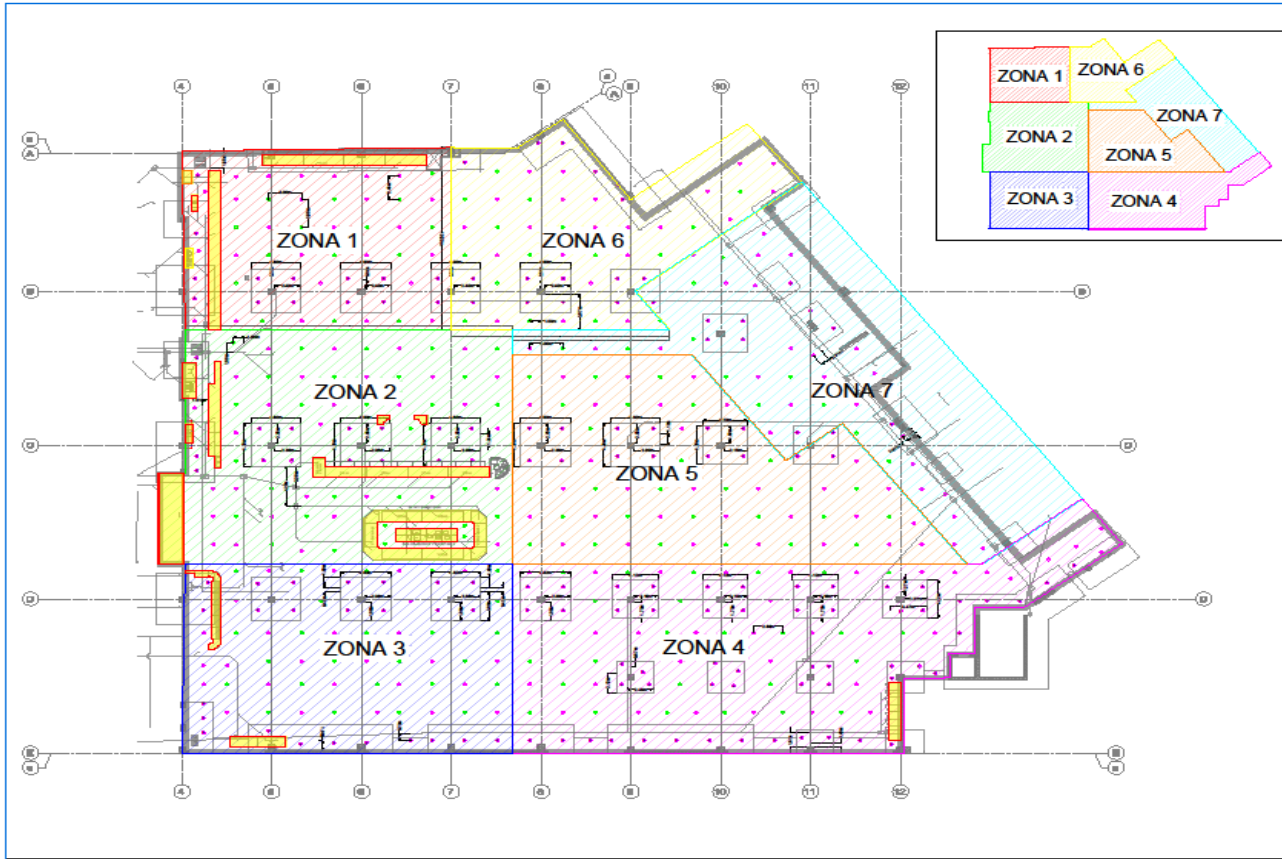
Por tanto: le expido el presente **Diploma** para que se le reconozca como tal.
 Dado en la ciudad de Lima, a los **24**... días del mes de **Abril**... del 2012....



INTERESADO

Regístrese en folio 30... del Libro... 127... respectivo con el No. 95067

Anexo C:
Plano General



ZONA	SIMBOLO	CANTIDAD
ZONA 1	(2)	14
	(2)	26
	(2)	15
ZONA 2	(2)	15
	(2)	30
ZONA 3	(2)	29
	(2)	27
ZONA 4	(2)	25
	(2)	27
ZONA 5	(2)	25
	(2)	56
ZONA 6	(2)	34
	(2)	26
ZONA 7	(2)	15
	(2)	30
ZONA 8	(2)	27
	(2)	14
ZONA 9	(2)	11
	(2)	23
ZONA 10	(2)	18
	(2)	11
ZONA 11	(2)	24
	(2)	11

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
(2)	Fase con diamantina e inyección IRS prof. 3.00 mts.	(2)	Columnas
(2)	Fase con diamantina e inyección IU en losa.	(2)	Zapatas
(2)	Fase con diamantina e inyección IRS prof. 2.00 mts.	(2)	Red de agua potable
(2)	Interferencias existentes	(2)	Red de agua de desagüe
(2)	Límite de proyecto	(2)	

Anexo D:

Formato de Registros de perforación e inyección de lechada.

Anexo E:
Fotografias

Fotografía 1: Muestras de lechada para ensayos a la compresión simple kg/cm²



Fotografía 2: Verificación de equipo para ensayos de muestra



Fotografía 3: Ensayos a la compresión simple kg/cm²



Fotografía 4: Resultados de ensayos a la compresión simple kg/cm²

