

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

MEJORAMIENTO DEL MÉTODO BENEDETTI PETRINI EN EL
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y SU APLICACION EN
LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 2051 - CARABAYLLO. LIMA 2020

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional
de:

Ingeniero Civil

Autor:

Hector Manuel Cochon Barrientos

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2020



DEDICATORIA

Este trabajo y gran aporte, está dedicado a todos los colaboradores, compañeros que laboramos juntos en Obra y hoy ya no están con nosotros, debido a esta pandemia que flagela a todo el mundo La COVID 19.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, en primer Lugar, por regalarnos el tiempo de Vida y la Salud, agradezco a mi asesor de tesis, Ing. Alejandro Vildoso Flores, por su guía y orientación en la estructuración de mi tesis.

Asimismo, agradecer al Ing. Carlos Castro Zavaleta, Gerente General de la empresa CRCZ INVERSIONES E.I.R.L. Por su apoyo y confianza para desempeñarme en Obra, al Sr. Víctor Rodríguez Huamani, director de la institución educativa 2051 El Progreso Carabayllo, quien nos brindó las facilidades para la realización de los trabajos.

A los trabajadores, compañeros en Obra de las diferentes especialidades, Obreros, Técnicos e Ingenieros.

A mis familiares por su comprensión y tolerancia, los cuales supieron entender mi camino y deseo de superación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	59
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	89
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	129
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	162
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES	164
REFERENCIAS	165
ANEXOS.....	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de Parámetros	65
Tabla 2: Cuadro evaluación y medición del índice Iv	67
Tabla 3: Parámetros Sísmicos	100
Tabla 4: Resultados del Ensayo de Corte Directo	105
Tabla 5: Parámetros de Cálculo para Estructuras de Sostenimiento	109
Tabla 6: C-1 Pabellón 1 Dirección de impacto , Horizontal (2)	130
Tabla 7: Columna Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula	130
Tabla 8: Ensayo de Esclerometría – Columna 1	131
Tabla 9: V-1 Pabellón 1 Dirección de impacto, Horizontal (2)	132
Tabla 10: Viga Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula	132
Tabla 11: Ensayo de Esclerometría – Viga 1	133
Tabla 12: C-2 Pabellón 1 Dirección de impacto, Horizontal (2)	134
Tabla 13: Ensayo de Esclerometría – Columna 2	135
Tabla 14: V-2 Pabellón 2 Dirección de impacto, Horizontal (2)	136
Tabla 15: Ensayo de Esclerometría – Viga 2	137
Tabla 16: C-3 Pabellón 3 Dirección de impacto, horizontal (2)	138
Tabla 17: Ensayo de Esclerometría – Columna 3	139
Tabla 18: V-3 Pabellón 3 Dirección de impacto, Horizontal (2)	140

Tabla 19: Ensayo de Esclerometría – Viga 3	141
Tabla 20: C-4 Pabellón 3 Dirección de impacto, Horizontal (2)	142
Tabla 21: Ensayo de Esclerometría – Columna 4	143
Tabla 22: V-4 Pabellón 3 Dirección de impacto, Horizontal (2)	144
Tabla 23: Ensayo de Esclerometría – Viga 4	145
Tabla 24: C-5 Pabellón 1 Dirección de impacto, Horizontal (2)	146
Tabla 25: Ensayo de Esclerometría – Columna 5	147
Tabla 26: Esquema de diferenciación de la modificación del parámetro 11	157
Tabla 27: Resultados numéricos y cálculo del índice de vulnerabilidad	
Benedetti – Petrini	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pavimentación de calles en la asociación de vivienda valle del naranjal	18
Figura 2: Construcción de pistas en Los Jardines de Carabayllo – 2da etapa	18
Figura 3: Edificio Francisco Lazo, Lince – Lima	19
Figura 4: Edificio Iquique Breña Lima	20
Figura 5: Edificio Ricardo Palma, Miraflores Lima	21
Figura 6: Edificio Enrique Meigss, Miraflores Lima	22
Figura 7: Trabajo en Obra Construcción de Edificio Multifamiliar en Lince	23
Figura 8: Edificio Sinchi Roca, Lince Lima	23
Figura 9: Institución Educativa Primaria – 2051	24
Figura 10: Estructura de 2 niveles, denominada Pabellón 03 – Escuela Primaria	
EL PROGRESO	24
Figura 11: Identificación y reconocimiento de calicata C-1	25
Figura 12: Registro e identificación de estratos que conforman el subsuelo	25
Figura 13: Proceso de escaneo y/o identificación de los refuerzos longitudinal y transversal de vigas y columnas	26
Figura 14: Trazado para la identificación de refuerzo longitudinal y transversal	26
Figura 15: Proceso de Pulido y Limpieza en la zona libre de incidencia de varillas o estribos con la piedra abrasiva (preparación de superficie)	27

Figura 16: Cargos de los colaboradores de CRCZ INVERSIONES	29
Figura 17: Organigrama de la empresa – Profesionales por continuidad	30
Figura 18: Terremotos en Italia desde 1915 al 2016	54
Figura 19: Mapa de Peligro por Sismo en Carabayllo	55
Figura 20: Matriz de Vulnerabilidad	59
Figura 21: Formato de evaluación del índice de vulnerabilidad	66
Figura 22: Configuración en planta	71
Figura 23: Configuración en elevación	72
Figura 24: Ensayos de carbonatación realizados en elementos estructurales	84
Figura 25: Martillo Schmidt	85
Figura 26: Yunque de verificación de calibración del esclerómetro	86
Figura 27: Mapeo de armaduras en elementos estructurales	88
Figura 28: Remodelación de la IE N°2051 El Progreso – Carabayllo	94
Figura 29: Plano de Ubicación del Área de Estudio	97
Figura 30: Institución Educativa Primaria – 2051	97
Figura 31: Estructura de 2 niveles, denominada Pabellón 03 – Escuela Primaria	
EL PROGRESO	98
Figura 32: Identificación y reconocimiento de calicata C-1	101
Figura 33: Identificación de calicata C-1	101

Figura 34: Exploración de la Calicata C-1	102
Figura 35: Registro e identificación de estratos que conforman el subsuelo	102
Figura 36: Obtención e identificación de la muestra para ensayos de laboratorio	103
Figura 37: Planteamiento del proyecto	111
Figura 38: Representación esquemática de la Escuela Primaria 2051	112
Figura 39: Proceso de escaneo y/o identificación de los refuerzos longitudinal y transversal de vigas y columnas	113
Figura 40: Trazado para la identificación de refuerzo longitudinal y transversal	114
Figura 41: Proceso de Pulido y Limpieza en la zona libre de incidencia de varillas o estribos con la piedra abrasiva (preparación de superficie)	114
Figura 42: Institución Educativa EL PROGRESO 2051 – Carabayllo	115
Figura 43: Secuencia lógica de programación del proyecto.	117
Figura 44: Secuencia lógica de programación del proyecto	118
Figura 45: Secuencia lógica de la programación del proyecto	119
Figura 46: Ubicación del proyecto	120
Figura 47: Institución Educativa 2051 “EL PROGRESO”	121
Figura 48: Trabajo de campo	122
Figura 49: Trabajo de campo.	123
Figura 50: Tácticas empleadas en obra por el equipo técnico	125

Figura 51: Elementos para la finalización del proyecto	127
Figura 52: Ensayo de Esclerometría – Columna 1	131
Figura 53: Ensayo de Esclerometría – Viga 1	133
Figura 54: Columna Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula	134
Figura 55: Ensayo de Esclerometría – Columna 2	135
Figura 56: Viga Estructural – recubrimiento de 1.5 cm en la cuadrícula	136
Figura 57: Ensayo de Esclerometría – Viga 2	137
Figura 58: Columna Estructural – recubrimiento de 4.5 cm en la cuadrícula	138
Figura 59: Ensayo de Esclerometría – Columna 3	139
Figura 60: Viga Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula	140
Figura 61: Ensayo de Esclerometría – Viga 3	141
Figura 62: Columna Estructural – se retiró el tarrajeo en las zonas a ensayar , observando un recubrimiento excesivo de 6 cm en la cuadrícula	142
Figura 63: Ensayo de Esclerometría – Columna 4	143
Figura 64: Viga Estructural – se observa un recubrimiento de 1 cm en la cuadrícula	144
Figura 65: Ensayo de Esclerometría – Viga 4	145
Figura 66: Columna Estructural – Se observa desprendimiento del concreto y oxidación de los refuerzos longitudinales y transversales. Columna crítica	146

Figura 67: Ensayo de Esclerometría – Columna 5	147
Figura 68: Resistencia convencional	149
Figura 69: Configuración planta	151
Figura 70: Configuración en elevación	151
Figura 71: Distancia máxima entre los muros	152
Figura 72: Formato de evaluación del cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica	154
Figura 73: Tabla para clasificación del índice de vulnerabilidad sísmica del método Benedetti-Petrini	155
Figura 74: Esquema de recojo de información para la valoración del parámetro 11	157

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del índice de vulnerabilidad	64
Ecuación 2: Resistencia a la cortante	69
Ecuación 3: Resistencia convencional	75
Ecuación 4: Factor de amplificación sísmica	99
Ecuación 5: Calculo de la capacidad portante del suelo	105
Ecuación 6: Falla por corte	106
Ecuación 7: Falla por asentamiento	106
Ecuación 8: Coeficiente de empuje activo sísmico K_a	108
Ecuación 9: Ecuación Prakash y Basavanna.	108
Ecuación 10: Resistencia convencional	149

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de suficiencia profesional tiene por finalidad el mejoramiento del método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabaylo , describiendo la secuencia de actividades que se realizaron para desarrollar la investigación, iniciando con una exploración del subsuelo del terreno (asignado a la escuela en mención) mediante trabajos de campo a través de calicatas a cielo abierto ensayos de laboratorio estándar y especiales; trabajos en gabinete, en base a los cuales se definen los perfiles estratigráficos del subsuelo, sus principales características físicas y mecánicas y las propiedades de resistencia y deformación, los que nos condujeron a la determinación del tipo y profundidad de cimentación, Capacidad Portante Admisible, y las recomendaciones generales, todo ello basado en la Norma Técnica E.050.

De acuerdo a la información recaudada, en el área en estudio están construidos 3 pabellones de 02 niveles cada uno. Cada uno de ellos presenta un grado de deterioro en las bases de las columnas; en cuanto a sismicidad en la zona de estudio, las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis dinámico de la edificación son tomadas mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura. No se encontró restricciones para la aplicación del método Benedetti – Petrini convencional al estudio de la infraestructura de la edificación analizada, sin embargo, esta aplicación resultó ser menos confiable con respecto a los resultados obtenidos con la optimización propuesta.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La actividad sísmica tectónica es una constante en el planeta, la actividad interna de la tierra genera condiciones ideales para la producción de grandes eventos sísmicos en zonas como el cinturón de fuego del Pacífico al cual pertenecemos. El Perú se encuentra ubicado en la zona conocida como el cinturón de fuego, que abarca toda la costa del pacífico, americana y asiática, por lo que la ocurrencia de sismos de grandes magnitudes es frecuente y natural. El Perú, en especial la franja costera es por excelencia una zona de actividad sísmica debido a la interacción entre la placa de Nazca con la Continental, que convergen produciendo el fenómeno de subducción en cuya acumulación y liberación de energía se producen los grandes terremotos. En los últimos 50 años la actividad sísmica en el Perú oscila entre leve y moderada de forma continua, esperándose actualmente un sismo de características severas. (Macetas, 2018)

Simultáneamente Lima y algunas capitales de la franja costera han experimentado una explosión demográfica desordenada, no prevista, ni planificada, que en caso de tener una actividad sísmica como la que se proyecta, no estarían en la capacidad de poderla afrontar con éxito. Según datos del Censo 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en Lima habitan al 2021 más de 10 millones de personas, producto de la eclosión poblacional que en los últimos 40 años creció a una tasa promedio de 12 % anual, impulsado por las corrientes migratorias internas. La población desplazada se instaló de manera informal, bajo sus propios cánones de ruralidad, un débil concepto de urbanidad en materia de cultura preventiva y escasa información y educación sobre vivienda segura, saludable, confortable y estética. (Macetas, 2018)

En el Perú se podrá afirmar que el 65% de las viviendas colapsarían ante un sismo ya que han sido diseñadas y construidas sin ninguna supervisión profesional, debemos mencionar, recalcar que nuestro país se encuentra en una zona altamente sísmica y que nos obliga a concientizarnos ante la gravedad del problema que ocasionaría si se nos presenta un sismo de gran magnitud. Las viviendas que están adecuadamente construidas son capaces de soportar la magnitud del movimiento sísmico. Es un tema muy delicado y estamos en la obligación de hacer las correcciones necesarias para diseñar las viviendas adecuadas y puedan mitigar los efectos sísmicos. En varias zonas del distrito de Carabayllo podemos observar que las viviendas y/o instituciones educativas han sido construidas de manera informal, con materiales de acuerdo a la capacidad económica del momento, ya sea albañilería confinada, madera, sin ningún asesoramiento técnico y origina que dichas viviendas sean vulnerables son un riesgo inminente ante un sismo. (Vega, 2019)

Las malas prácticas constructivas nos indican que estas viviendas serán vulnerables ante un sismo, la consecuencia ante un sismo sería grave ya que ocasionaría pérdidas de vidas humanas y materiales por el proceder de los pobladores en las malas prácticas constructivas. Lo que debemos realizar en muchas de estas construcciones es evaluar las condiciones actuales de cada vivienda y plantear o innovar un reforzamiento para evitar el colapso de las mencionadas y evitar pérdidas de vidas humanas. Las Municipalidades forma parte del grupo de instituciones que deben velar por el cumplimiento de las normas dispuestas para la construcción de viviendas, sin embargo debido al crecimiento vertiginoso de los distritos en la capital y en provincia, han aparecido pueblos jóvenes y asentamientos humanos donde los pobladores, en muchos de ellos, realizan sus construcciones sin el permiso municipal. Esto implica que la construcción de sus viviendas

sea realizada sin ningún control municipal, técnico ni con los materiales adecuados y menos profesionalmente, es decir sin los cumplimientos del reglamento nacional de edificaciones y construcciones. Al no contar con las respectivas licencias de construcción genera en las viviendas futuras muchas dificultades en el cálculo de la estructura, como en su ejecución de la misma, además de no tener en cuenta la mano de obra que muchas veces no son las más adecuadas o calificadas. (Vega, 2019)

Descripción de la empresa.

❖ **CRCZ INVERSIONES EIRL – INGENIEROS CONSTRUCTORES & SS.GG**

La empresa CRCZ INVERSIONES EIRL es una empresa legalmente constituida como persona jurídica desde el año 2013. Se crea como consecuencia del crecimiento de la que hasta esa fecha funcionaba como RC INVERSIONES, empresa de propiedad de nuestro actual Gerente el Sr. Carlos Castro, creada en el año 1993, que funcionaba como personal natural con negocio propio.

El crecimiento de las actividades de **RC INVERSIONES** en la industria informática y de la Construcción de viviendas familiares y multifamiliares realizadas como persona natural con negocio propio, requería de una identidad empresarial que le permitiera tener mayor acceso al sistema laboral financiero, por ese motivo se decidió ceder el paso a **CRCZ INVERSIONES E.I.R.L** empresa con personería jurídica, con el objetivo de poder ampliar su ámbito comercial y así no solo trabajar con la industria privada sino también con el estado.

CRCZ INVERSIONES E.I.R.L con ficha RUC 20551593941 , es ahora unión de experiencia y modernidad con inversiones propias en la construcción de viviendas

familiares y multifamiliares así como obras para el estado como la construcción de pistas, veredas, remodelaciones, reforzamientos estructurales y expedientes técnicos.

El crecimiento sostenido de **CRCZ INVERSIONES E.I.R.L** es consecuencia del compromiso y enfoque directivo que se ha constituido, cumpliendo a cabalidad todos los objetivos planteados y ofreciendo a sus clientes verdaderas soluciones integrales en construcción de obras civiles con calidad, garantía de seguridad, durabilidad, economía y eficiencia comprobada, asimismo, el cambio constante del mercado lo que la obliga a competir en las diferentes licitaciones del sector construcción, requiere que las empresas se actualicen en forma constante, por lo cual motivo de este cambio y con el objetivo de configurar una nueva imagen de excelencia en el sector construcción, realiza un continuo proceso de planeamiento, superación técnica, administrativa y de servicio al Cliente mediante la innovación.

En conjunto con el equipo de profesionales, técnicos y administrativos, **CRCZ INVERSIONES E.I.R.L** motivada por cumplir en forma continua cada uno de los procesos, trabaja también con consultores, subcontratistas y proveedores, en un trabajo conjunto para ser un equipo competitivo en el círculo de la industria informática y de la Construcción de viviendas familiares y multifamiliares, ya que reconoce que el subcontratista es el principal socio del contratista.

La ilustración de laburo de la compañía está basada en los principios éticos y valores profesionales, fundamentados por su código de conducta y políticas de calidad, eficiencia, seguridad y salud ocupacional, medio ambiente, dando de esa manera una mejor atención y servicio al cliente. El compromiso de **CRCZ INVERSIONES E.I.R.L** es “construir la mejor experiencia” para los clientes y equipo técnico.

De acuerdo a nuestras últimas experiencias en ejecución de obras, se pueden nombrar:

- CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACION DE CALLES EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VALLE DEL NARANJAL



Figura 1: Pavimentación de calles en la asociación de vivienda valle del naranjal

- CONSTRUCCIÓN DE PISTAS – LOS JARDINES DE CARABAYLLO 2da ETAPA

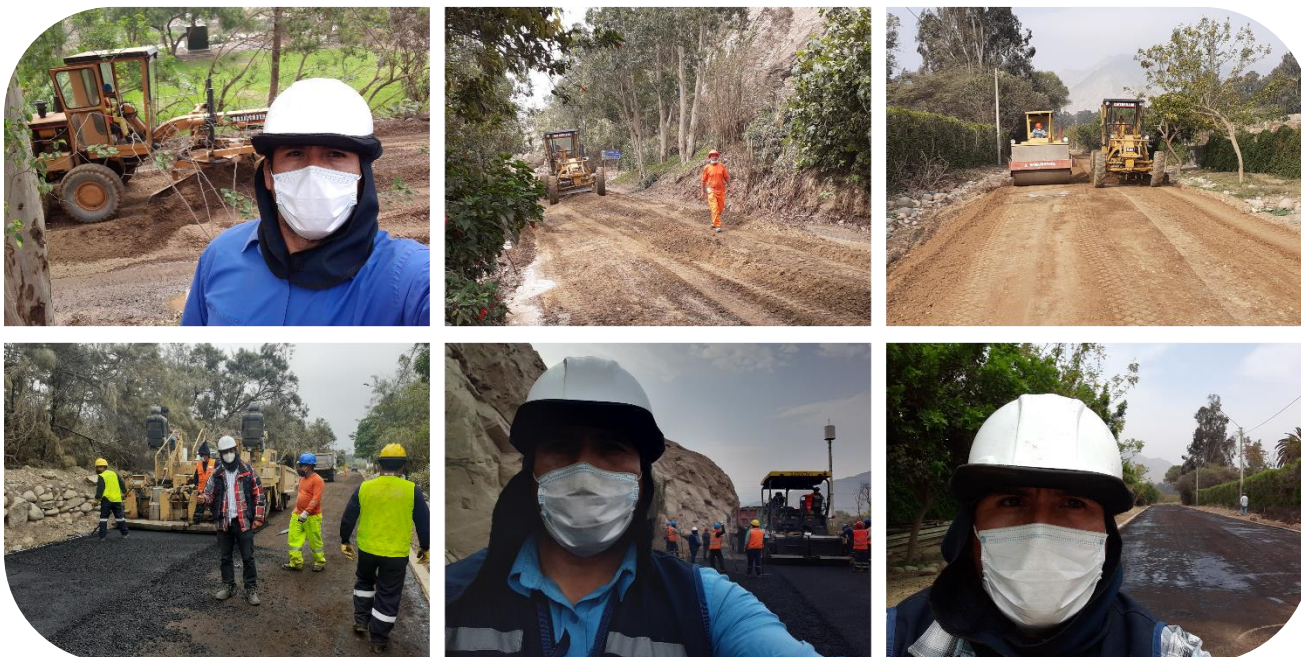


Figura 2: Construcción de pistas en Los Jardines de Carabayllo – 2da etapa

- CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR, 5 PISOS – 5 DEPARTAMENTOS
EN LINCE



Figura 3: Edificio Francisco Lazo , Lince – Lima

- CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR, 5 PISOS – 8

DEPARTAMENTOS EN BREÑA.



Figura 4: Edificio Iquique Breña Lima

- CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR 7 PISOS, 14 DEPARTAMENTOS EN MIRAFLORES



Figura 5. Edificio Ricardo Palma , Miraflores Lima

- CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR 5 PISOS, 10 DEPARTAMENTOS
EN MIRAFLORES



Figura 6: Edificio Enrique Meigss, Miraflores Lima

- CONSTRUCCION DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR 8 PISOS, 7 DEPARTAMENTOS EN LINCE.



Figura 7: Trabajo en Obra Construcción de Edificio Multifamiliar en Lince



Figura 8. Edificio Sinchi Roca , Lince Lima

A continuación presentamos la última obra ejecutada :

- Mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 - Carabayllo. Lima 2020.

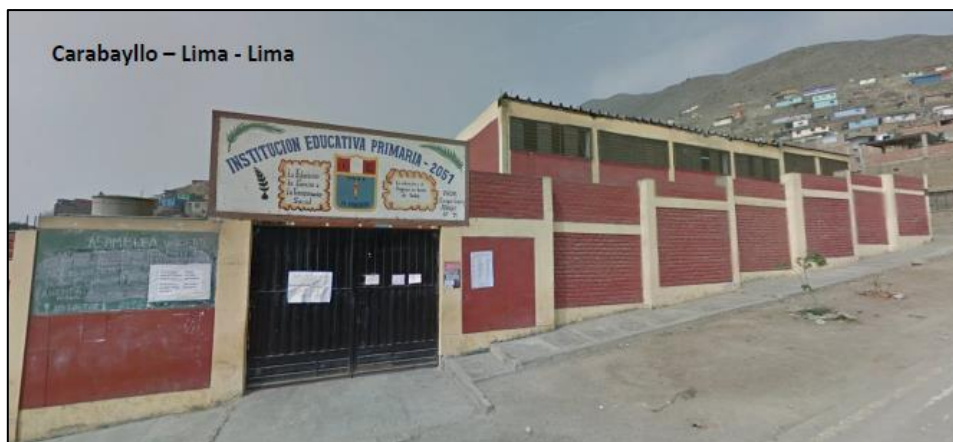


Figura 9: Institución Educativa Primaria – 2051

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 10: Estructura de 2 niveles, denominada Pabellón 03 – Escuela Primaria EL PROGRESO

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 11: Identificación y reconocimiento de calicata C-1

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 12: Registro e identificación de estratos que conforman el subsuelo

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 13: Proceso de escaneo y/o identificación de los refuerzos longitudinal y transversal de vigas y columnas

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 14: Trazado para la identificación de refuerzo longitudinal y transversal

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 15: Proceso de Pulido y Limpieza en la zona libre de incidencia de varillas o estribos con la piedra abrasiva (preparación de superficie)

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Objetivo de la empresa:

Ser una compañía con potencial en el sector de la construcción, cumpliendo en todos los aspectos las exigencias y menester de nuestros clientes, haciendo sinergia juntando experiencia, juventud y tecnología, brindando servicios y soluciones que aumenten el valor de sus proyectos de inversión, haciéndolos más importantes, sostenibles en el tiempo y en beneficio de nuestro país.

Alcances de la empresa:

Tenemos la suficiencia gerencial, profesional, operacional, ética y administrativa para realizar proyectos de colosal envergadura, garantizando los más altos patrones de aseguramiento y control de calidad, seguridad y salud en el trabajo e impacto ambiental, así como la responsabilidad de las normativas legales vigentes, así como también cuenta

con el equipo técnico absolutamente calificado para la realización de distintos tipos de proyectos.

Valores de la empresa.

La empresa CRCZ INVERSIONES EIRL – Ingenieros Constructores & SS.GG, en su deseo de cumplir en los tiempos establecidos las responsabilidades adquiridas y teniendo en cuenta como prioridad los clientes los cuales son la razón de ser y fortaleza para alcanzar las metas de los objetivos trazados, promoviendo los siguientes valores:

- Rectitud.
- Compromiso social.
- Innovación e imaginación.
- Ética profesional.
- Compañerismo.
- Vocación de servicio.
- Profesionalismo.
- Honradez.
- Responsabilidad.
- Respeto por las personas y las normas.

Misión de la empresa.

Somos una empresa especializada en Consultoría, Ingeniería de Construcción, Servicios, Supervisión y Gerencia de Proyectos que equilibra las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costes; adaptando las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de nuestros clientes. Trabajando en un entorno que motiva y desarrolla a nuestro personal y respetando el medio ambiente en que nos desarrollamos, generamos utilidades para mantener la solidez financiera e impulsar el crecimiento y retribuir adecuadamente a nuestros accionistas.

Visión de la empresa.

Ser reconocidos como la mejor Empresa de Consultoría, Ingeniería de Construcción, Servicios, Supervisión y Gerencia de Proyectos, en base a nuestro factor humano, políticas de calidad, seguridad y medio ambiente, cumpliendo a cabalidad y puntualidad nuestros compromisos.

CRCZ INVERSIONES CARGOS	
CARGO	RESPONSABLE
Gerente General:	Ing. Carlos Castro Zavaleta.
Gerencia Técnica:	Ing. David Calle de La Cruz
Costos y Presupuestos:	Jesús Huancahuari Guzmán
Residente de Obra:	Ing .Maycol Carillo Velásquez.
Asistente de Residente de Obras:	Héctor Cochón Barrientos
Gerencia de Finanzas y Contabilidad:	Lic. Jonathan Castro Nonato
Compras y Almacén:	Luis Castro Zavaleta
Contabilidad:	Luisa Flores Flores
Gerente Comercial:	Lic. Ricardo Lay Gutiérrez
Ventas Estatales:	
Ventas Privadas	Danilo Tuppia Reyes.
Asesoría Legal:	Lic. Iván Rodríguez Jardocich

Figura 16: Cargos de los colaboradores de CRCZ INVERSIONES

Fuente: Propia

ORGANIGRAMA

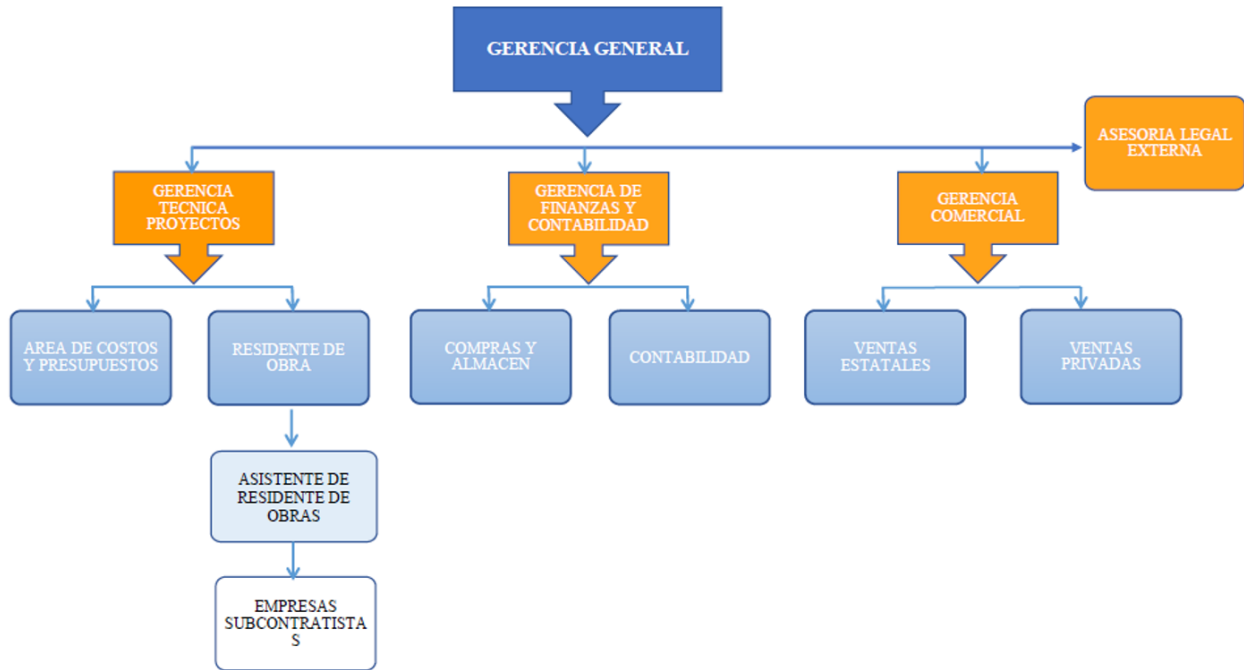


Figura 17: Organigrama de la empresa – Profesionales por continuidad

Fuente: Propia

Antecedentes.

Entre los antecedentes de estudios **internacionales** se tiene:

Según (Coyopai, 2015) en su investigación llamada “IDENTIFICACION DE PERDIDAS DE PRODUCCION EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCION EN VALDIVIA Y MANUAL DE PRACTICAS LEAN”. Universidad Austral de Chile. La finalidad de esta tesis es investigar cómo es el desempeño actual de los procesos productivos en una obra de edificación en la ciudad de Valdivia en la etapa de obra gruesa y con esta información crear un manual de prácticas lean, destacando los procesos más repetitivos y representativos que pueden afectar a la productividad en esta actividad, de

acuerdo al diagnóstico realizado. La diferencia más importante entre valor real y valor óptimo es el del Tiempo No Contributivo, el cual es de un 30% (valor mucho mayor al del óptimo que es de un 15%), dentro del cual un 32,4% corresponde al tiempo de descanso de los operarios y un 58,1% a tiempos de esperas, por lo tanto se considera a estos tiempos como los principales factores causantes de pérdidas en la obra estudiada, sin embargo el tiempo de descanso corresponde al 9,7% del total de tiempo de medición, siendo un valor bajo comparado con el óptimo que es de un 10 a 15%, por lo que no será analizado como pérdida. La encuesta realizada al personal técnico de la obra (Jefe de Terreno, Jefe de Obra, Capataces) señaló que la principal causa de pérdidas era la falta de material al momento de ocuparlo, y como pérdidas más frecuentes e importantes, los encuestados indicaron que éstas eran las esperas, lo cual concuerda con lo identificado por el autor de esta investigación al realizar el muestreo de trabajo. De acuerdo a lo observado en la obra, las esperas se originaron principalmente por la falta de instrucciones en el momento adecuado, sobrepoblación de cuadrillas, fallas de supervisión y falta de materiales, por lo que en el Manual de Prácticas Lean (ANEXO E) se proponen estrategias para mejorar el traslado de materiales en la obra, con tal que éstos estén disponibles a tiempo para la ejecución de las actividades

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, utilizando el análisis de soluciones acorde a los principios Lean Construction.

Asimismo, (Deantonio y Lozano, 2017) en su tesis llamada “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y LA GUÍA PMBOK PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROYECTOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR”.

Universidad Católica de Colombia. En esta tesis los autores vinculan la gestión de Proyecto y la construcción, en una relación que emergen entre la calidad, el tiempo y el costo; pues de esta dependen que un proyecto cumpla con los objetivos previstos inicialmente y se llegue a una ejecución favorable aportando para el proyecto resultados positivos. La metodología lean construction y la guía PMBOK, son dos conocimientos de gestión que abarcan las problemáticas, independientemente ambas mejoran la gestión interna de los objetivos de un proyecto, pero juntas se complementan para tener un seguimiento controlado de las actividades que inicialmente se centralizan para la ejecución de dichos objetivos.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, además de la aplicación por medio del análisis de un proyecto de vivienda multifamiliar el cual mejora efectivamente después de iniciar un proceso de observaciones, control y aplicación de métodos de seguimiento.

Así como también en su investigación (Berghan, Stumpf y Parisi , 2015), en su estudio de investigación titulado “CONTROL DE LA OBRA TERMINADA - INSPECCIÓN FINAL DE CALIDAD EN UN PROYECTO DE INTERÉS SOCIAL”. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) - PPGEC. BRASIL. En este estudio se consultaron los reportes de inspección de obra terminada y se realizaron observaciones directas en la obra. La primera inspección de entrega alcanzó una reprobación de los propietarios alrededor del 64%. En algunos casos se hicieron cuatro inspecciones hasta la aceptación de la unidad. A partir de los datos del estudio y del análisis realizado, las carpinterías y los revestimientos de cerámicos se revelaron como la mayor fuente de fallos, alcanzando más del 77% de los problemas señalados en las inspecciones. Se encontró que

los fallos detectados se debieron a problemas con la mano de obra y falta de calidad en materiales y componentes utilizados, así como hubo supervisión insuficiente de los servicios. Se observó que hay necesidad de mejorar el control de calidad, aunque la constructora tenga un certificado PBQP-H (certificación brasileña similar a la ISO 9001). Los procedimientos adecuados se definieron en los documentos internos, pero no se siguieron.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, además de identificación oportuna de factores que pueden afectar la obra a través de la optimización de la comunicación entre el sector ingeniería y el sector del proyecto.

Además (Barraza y Gamarra, 2019) , en su tesis denominada “BUENAS PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI EN COLOMBIA” Universidad de La Costa – CUC , Barranquilla , Colombia. En esta tesis los autores realizaron el planteamiento de hacer buenas prácticas de construcción basados en los lineamientos de PMI (Project Management Institute) en Colombia. El sector de la construcción en Colombia se ha dinamizado en los últimos años, convirtiéndose en uno de los que más aporta en el producto interno bruto en el país. Para llevar a cabo la construcción de un proyecto de obra civil o la realización de una consultoría, el Estado requiere adelantar procesos licitatorios para la selección del oferente idóneo en la ejecución del proyecto. Como finalidad de este trabajo de grado, es consolidar las buenas prácticas de construcción evaluando los proyectos a nivel local, departamental, regional y nacional. Bajo los lineamientos del PMI.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, además de identificación del origen de las falencias principales y más importante de los proyectos de construcción que pueden afectar el desarrollo del mismo, y así garantizar los resultados esperados de forma eficiente.

De acuerdo a (Gómez, 2019) en su investigación autorizada “MEJORA EN LA CONSTRUCCIÓN POR MEDIO DE LEAN CONSTRUCTION Y BUILDING INFORMATION MODELING: CASO ESTUDIO” Universidad Autónoma de Coahuila, México, cuyo objetivo principal es implementar conceptos de LC (Lean Construction) y BIM (Building Information Modeling) a la gestión administrativa del proceso constructivo de vivienda popular (hasta 42.50 m² y 200 salarios mínimos) llevado a cabo en Torreón, Coahuila, México, para evaluar posibles beneficios económicos y de tiempo en la realización de la edificación, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que en esta investigación, con la implementación de LC y BIM se obtuvo como resultado una mejoramiento importante en el tiempo de construcción sin desmedro de la calidad, se redujo lo establecido por la desarrolladora para terminar las 24 viviendas de 14 semanas, a concluirse con la nueva programación en 11 semanas. Ahorro en tiempo de un 26.56%, lo que repercute en una disminución del precio de venta de la vivienda al reducir los costos indirectos y directos de mano de obra. El análisis general de las cartas de balance elaboradas demostró que el TP de la obra se situó en un 43%, el TC rondó un 25% y el TNC un 32%, último concepto muy alto.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, además del adecuado análisis de las actividades, la toma y clasificación de los tiempos, con lo cual se pudo observar diferentes situaciones que bien podrían indicar mala gestión en el proceso de construcción, desembocando en una disminución de calidad de la obra.

Antecedentes.

Entre los antecedentes de estudios **internacionales** se tiene:

Según Nisperuza (2019) en su investigación titulada “ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010, DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE ANTIOQUIA” tesis para optar el título de Constructor en Arquitectura e Ingeniería en la Universidad Santo Tomás, Primer Claustro Universitario de Colombia, cuyo objetivo principal fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas en el municipio del Bagre Antioquia, por el método Benedetti-Petrini y la Norma de construcciones Sismo Resistentes (NRS 2010), y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que el estado de vulnerabilidad global de las viviendas del barrio Bijao en el municipio del Bagre, por el método Benedetti-Petrini es de un 72,6 % y por la NRS 2010 es de 73,8%, evidenciando que las viviendas están en condiciones de alta vulnerabilidad. Con estos datos vemos que la norma se diferencia del método Benedetti Petrini por encima de un 1,2 %, por lo que se determina que se puede adaptar un método extranjero a las condiciones que exige nuestro país en cuanto a la sismicidad que presenta, permitiendo la validación del método en su aplicación.

El 1,2 % que se incrementa con la norma, se origina con el parámetro 3 resistencia convencional por el dato diferente que utiliza cada parámetro, además la NRS es muy rigurosa en cuanto a estos parámetros ya que en su formato la ponderación es más rigurosa. Con los datos obtenidos se concluye que el método Benedetti-Petrini es de aplicabilidad para otros municipios en Colombia, pero con la adaptación presentada en este proyecto, para tener un método viable y aplicable.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, resultando viable el método Benedetti Petrini y válido en su ejecución.

Según Arteaga, Pio (2016) en su investigación titulada “ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACION Y EVALUACIÓN DEL INDICE DE DAÑO DE UNA EDIFICACION PERTENECIENTE AL PATRIMONIO CENTRAL EDIFICADO EN LA CIUDAD DE CUENCA ECUADOR” tesis para optar el título de Especialista en el Análisis y Diseño de Estructuras de Acero y Hormigón Armado en la Universidad de Cuenca, Ecuador, cuyo objetivo principal fue analizar y evaluar las deficiencias constructivas que contribuyen a la vulnerabilidad sísmica en una edificación de adobe, ladrillo cocido, cal, piedra y madera, perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca- Ecuador, para plantear alternativas de reconstrucción y refuerzo sismo resistente, sin que estas se contraponga con la norma dictada por el Ilustre Concejo Municipal de Cuenca en su “ORDENANZA PARA LA GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS ÁREAS HISTÓRICAS Y PATRIMONIALES DEL CANTÓN CUENCA.” , y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y el índice de daño se transforma en un aspecto fundamental en

el estudio del patrimonio arquitectónico edificado en nuestra ciudad, para contar con un respaldo preciso ante la expectativa de la seguridad de una estructura ante el escenario de un evento sísmico futuro, y también para ofrecer respuestas en cuanto a la rehabilitación y mantenimiento de la estructura. Esta evaluación tiene que ser concebida a detalle y debe hacerse para cada edificación, debido a que la caracterización propia de sus materiales de construcción y configuración estructural es distinta. Para la conservación, preservación y potenciación de nuestro patrimonio edificado, la reducción de la vulnerabilidad de origen y la vulnerabilidad progresiva es imperiosa. El patrimonio edificado así heredado, convoca a una reflexión profunda sobre su futuro, ante un evento sísmico similar al ocurrido el 16 de abril de 2016, con epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales, en la provincia ecuatoriana de Manabí. En el cuidado propio de potenciar nuestro patrimonio edificado, se deben incluir los nuevos conceptos de rehabilitación arquitectónica estructural patrimonial, los mismos que generan nuevos elementos estructurales o fortalecen los ya existentes cuya vulnerabilidad de origen es alta, y nos permita, contar con edificaciones que respondan de mejor manera ante eventos sísmicos, dotando a las edificaciones patrimoniales de algún grado de seguridad. El encanto y el atractivo propio de nuestra edificación patrimonial no debe verse amenazada por esta rehabilitación pues ésta contempla la utilización de materiales propios a cada estilo y configuración estructural, procurando una repotenciación de los materiales existentes y que por el paso del tiempo sus propiedades físicas y mecánicas se han visto seriamente comprometidas.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, además de la aplicación por medio del análisis de un proyecto de

edificación perteneciente al patrimonio central en la ciudad de Cuenca Ecuador, el cual mejora efectivamente después de iniciar un proceso de observaciones, control y aplicación de métodos de seguimiento.

De acuerdo a Barrera & Nieves (2015) en su investigación titulada “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LAS CASAS COLONIALES UBICADAS EN EL BARRIO DE SAN DIEGO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA” tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cartagena - Colombia, cuyo objetivo principal fue determinar la vulnerabilidad estructural cualitativa de las edificaciones de tipología colonial ubicadas en el barrio de San Diego, en el centro histórico de la ciudad de Cartagena, aplicando el método del índice de vulnerabilidad, con el fin de generar recomendaciones que permitan contribuir con el mejoramiento de estas estructuras de gran importancia histórica y cultural para la ciudad de Cartagena, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que el estado patológico juega un papel importante a la hora de realizar un análisis de vulnerabilidad, por tal razón al caracterizar y localizar detalladamente las enfermedades que fustigan la edificación, tales como la presencia de humedad, eflorescencia, grietas, corrosión, picaduras y goteras, se establece un índice que determina el estado de conservación de la estructura. Las casas coloniales del barrio San Diego presentan cubiertas de tipo “par e hilera” y “par y nudillo”, las cuales se caracterizan por sus grandes pendientes, lo que las hace más susceptibles ante algún tipo de evento. Además muchas de estas cubiertas se encuentran deterioradas en algunos de sus elementos, bien sean pares, hilera o nudillos, debido al largo tiempo que llevan construidas. El método de vulnerabilidad cualitativa empleado para el análisis del barrio San Diego permitió un estudio preliminar de determinada parte del centro histórico de la ciudad de Cartagena. A

través del estudio se encontró que dicho barrio presenta un índice de vulnerabilidad de 40,33%, por lo que se caracteriza con una vulnerabilidad alta, es decir, mayor al 35% que es el límite que expone el método, y a partir del resultado se puede concluir que se hace necesario emplear un análisis cuantitativo para determinar con más precisión qué tan susceptible son estas edificaciones. La mayoría de las edificaciones del barrio San Diego no poseen diafragmas horizontales, esto se debe a que las casas coloniales, es decir las construidas antes de inicios del siglo XIX, no se les construía losas rígidas, y esto incide en el índice de vulnerabilidad calculado. Algunas de estas casas tienen buenos diafragmas horizontales debido a que se le han realizado modificaciones, a este tipo de casas se les llama “casa colonial sobre republicana” y ayuda que se mejoren las condiciones de vulnerabilidad. Las casas coloniales del barrio San Diego presentan muros estructurales contruidos con pedazo de ladrillo, piedra y coral triturado, mal trabado y vinculado entre sí, lo que ocasiona que dichas estructuras sean aun más vulnerables. Las viviendas estudiadas poseen elementos no estructurales bien adosados a la edificación en la mayoría de los casos, lo que hace que sean más seguras. Una de las características más relevantes de las edificaciones domesticas coloniales, son los grandes espacios vacíos en donde se ubica el patio y alrededor de este se encuentran los demás elementos de la vivienda, tales como la sala, habitaciones cocina, y demás, factor que proporciona que el índice de vulnerabilidad aumente.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada en relación a la vulnerabilidad sísmica, además de identificación oportuna de factores que pueden afectar la obra a través de la optimización de la comunicación entre el sector ingeniería y el sector del proyecto.

Por su lado Fortich & López (2016) , en su investigación titulada

“DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN CASAS COLONIALES EN EL BARRIO GETSEMANÍ DE LA CIUDAD DE CARTAGENA” tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cartagena - Colombia, cuyo objetivo principal fue evaluar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones de tipo colonial ubicadas en el barrio Getsemaní del centro histórico de la ciudad de Cartagena, implementando el método del índice de vulnerabilidad, teniendo como finalidad generar recomendaciones que permitan contribuir con el mejoramiento de estas estructuras de gran importancia histórica y cultural para la ciudad de Cartagena, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que las patologías presentes en la mampostería son indispensables al momento de hacer un estudio de vulnerabilidad, esto debido a que al ser identificadas de manera precisa las enfermedades que causan afectación y deterioro a la estructura, se puede establecer el índice que diagnostica su estado de conservación. El método cualitativo que se utilizó para el análisis de la vulnerabilidad de las casas coloniales del barrio Getsemaní permitió determinar el estado físico en el que se encuentran y conocer que tan vulnerables son ante cualquier eventualidad de riesgo de carácter ambiental u otra índole. El índice de vulnerabilidad de las casas estudiadas es en promedio de 43,59%, lo que se considera como un nivel alto, es decir, mayor a 35% de acuerdo a valores propuestos en el método, a partir de los resultados que se obtuvieron se puede concluir que es necesario hacer un análisis cuantitativo para conocer con más precisión las cargas y vibraciones que soportan las estructuras y así determinar qué tan susceptibles son estas edificaciones a un fenómeno natural. Los muros estructurales de las casas coloniales del barrio Getsemaní están

construidos con piedra mal cortada, ladrillos de baja calidad privados de ligamento y coral triturado con piezas no homogéneas en toda la extensión del muro, característica que es causal de vulnerabilidad en las estructuras. Las cubiertas de las casas coloniales del barrio Getsemaní se caracterizan por tener pendientes con alto grado de inclinación y presentar afectación en su estructura por la presencia de vectores ambientales y falta de mantenimiento y curado de la madera, particularidad que las hace vulnerables ante cualquier fenómeno natural que se presente. La mayoría de las casas poseen elementos no estructurales de peso significativo mal vinculados a los muros que representan un alto riesgo para las personas en caso de ocurrir alguna emergencia. Las edificaciones del barrio Getsemaní seleccionadas para ser estudiadas en el presente trabajo de investigación, no poseen diafragmas horizontales, debido a que las casas construidas a inicios del siglo XIX, no cuentan con losas rígidas, lo que aumenta su nivel de vulnerabilidad. Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación, con el trabajo de grado realizado en el año 2015 “*Determinación de la vulnerabilidad en las casas coloniales ubicadas en el barrio de san diego de la ciudad de Cartagena*”. por los ingenieros civiles egresados de la universidad de Cartagena Omar Enrique Barrera Ramos y Oscar David Nieves Corredor, se puede determinar que las casas coloniales del barrio Getsemaní presentan más alto grado de vulnerabilidad que las del barrio San Diego, resultados que coinciden con la historia de la ciudad que revela las diferencias socio - económicas que existían entre los dos sectores y que por ser Getsemaní de estrato más bajo, las casas solían ser construidas de manera más irregular.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada, además de identificación del origen de las falencias principales y

más importante de los proyectos de construcción que pueden afectar el desarrollo del mismo, y así garantizar los resultados esperados de forma eficiente.

Por su parte Villanueva (2016) , en su investigación titulada “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA CIUDAD DE CARTAGO EN LOS DISTRITOS ORIENTAL Y OCCIDENTAL, COSTA RICA” tesis para optar el título de Ingeniero en Construcción en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción, cuyo objetivo principal fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Ciudad de Cartago, ante la amenaza sísmica potencial de la falla de Agua Caliente, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que la Ciudad de Cartago posee una amenaza sísmica alta, debido a su ubicación se encuentra dentro de la zona de influencia de varias fallas activas, siendo la falla de Agua Caliente la que posee en mayor potencial destructivo, de acuerdo a su sismicidad histórica. Se estima que dicha falla podría generar sismos de magnitudes de hasta los 6,5 Mw. La amenaza sísmica en la zona de estudio, se describe de acuerdo a tres escenarios sísmicos que consideren el potencial de destructivo de la falla de Agua Caliente, estos son: Escenario 1, sismo de magnitud 6,5 Mw, aproximadamente a 5,4 km al Sureste de la Ciudad de Cartago, con una profundidad de 10 km, ubicado específicamente en las coordenadas CRTM05 (510815.85, 1085668.96). Escenario 2, sismo de magnitud 5,4 Mw, aproximadamente a 3,3 km al Norte de la Ciudad de Cartago, con una profundidad de 8 km, ubicado específicamente en las coordenadas CRTM05 (509043.14, 1093500.62). Escenario 3, sismo de magnitud 4,2 Mw, aproximadamente a 5,0 km al Suroeste de la Ciudad de Cartago, con una profundidad de 4 km, ubicado específicamente en las coordenadas CRTM05 (505391.89, 1086568.54). Los mapas de amenaza sísmica, logran cuantificar y mostrar la amenaza sísmica de una manera

más clara tanto en la zona de estudio como en sus alrededores. Los mismos muestran un comportamiento típico con forme el fenómeno se aleja de la zona epicentral, y de igual forma cómo afecta la geología del sitio en la amplificación o atenuación de la intensidad del evento. De los mapas de amenaza sísmica y vulnerabilidad sísmica se concluye que: Ante un eventual sismo como el planteado en el escenario 1, La Ciudad de Cartago experimentaría aceleraciones máximas del terreno que alcanzarían los 5,29 m/s², lo que representa casi el 54% de la aceleración de la gravedad, mientras que la intensidad instrumental será de VIII, siendo este el fenómeno de mayor intensidad. Ante un eventual sismo como el planteado en el escenario 2, La Ciudad de Cartago experimentaría aceleraciones máximas del terreno que alcanzarían los 3,35 m/s², lo que representa cerca del 34% de la aceleración de la gravedad, mientras que la intensidad instrumental será de entre VII y VIII. Ante un eventual sismo como el planteado en el escenario 3, La Ciudad de Cartago experimentaría aceleraciones máximas del terreno que alcanzarían los 2,22 m/s², lo que representa cerca del 22,7% de la aceleración de la gravedad, mientras que la intensidad instrumental será de entre VI y VII. Tipologías como las MR-FLFSB-2 y R-SLFLB-1, serán las más afectadas y para el caso del escenario 1, se esperaría que estas colapsaran o quedarán inhabilitarles luego del evento.

Tipología como las MR-RLFSB-2, MC-FLFSB-2 y W-FLFLB-2 sufrirán daños considerables y altos para el escenario 1, mientras que tipologías como las PCR-RLFSM-5 y W-SLFLB-1 son las menos vulnerables e incluso ante un evento como el escenario 1, estas podrían sufrir un daño moderado y menor respectivamente. Para el caso del escenario 2, tipologías como MC-FLFSB-2 y W-SLFLB-1, que representan un 70,28% del total, se

estiman que sufran un daño menor o incluso imperceptible, siendo esta las estructuras menos vulnerables.

Para el caso del escenario 3, únicamente se esperaría que tipologías R -SLFLB-1, que representa un 0,39% de las edificaciones sufran un daño del 33 a 38 % considerado como moderado. Mientras que el resto no sufrirán daños perceptibles o el daño será menor. Para mitigar los posibles efectos provocados por un sismo como el escenario 1, será entonces primordial reforzar estas estructuras con algún sistema estructural adecuado. Además siempre será indispensable la buena coordinación y planificación de los gobiernos locales como lo son las municipalidades en cuanto al ordenamiento territorial, que junto con instituciones como la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), velen por la atención y prevención de desastres. Mediante planes de evacuación, ubicación de zonas seguras en las ciudades, así como protocolos y procedimientos a seguir en caso de sismos, de esta manera se garantiza mantener informada a la población de cómo actuar, y así evitar mayores desastres. Por último, como ingenieros en construcción debemos respetar y garantizar el cumplimiento del Código Sísmico de Costa Rica 2010, además de siempre aplicar buenas prácticas en la construcción, así como siempre contar un el personal capacitado, utilizar materiales de buena calidad y siempre respetar el cumplimiento de todas las especificaciones de diseño.

Esta investigación resulta importante debido a su gran aporte teórico en cuanto a metodología aplicada en relación a la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de cártago en los distritos oriental y occidental, costa rica, además del adecuado análisis en las edificaciones ante una posible amenaza sísmica, con lo cual se pudo observar diferentes situaciones de daño relacionadas directamente a la falla de Agua Caliente donde se encuentra mayor

potencial destructivo, desembocando en la puesta en marcha de planes de prevención que ayuden a la reducción de desastres y mantenga a salvo a la población.

En cuanto a las investigaciones nacionales se tiene:

Según Abanto & Cárdenas (2015) en su investigación titulada “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI – PETRINI EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, cuyo objetivo principal fue determinar la Vulnerabilidad Sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en las Instituciones Educativas Públicas del Centro Histórico de Trujillo, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que el 100% de los bloques de ambas instituciones tienen vulnerabilidad sísmica media baja. El 100% de los bloques evaluados es malo con respecto a los parámetros de: la configuración en planta, tipos de cubierta, elementos no estructurales y estado de conservación. Los bloques E y B de la I.E. N° 81011 Antonio Raimondi y los bloques G, D, E y F de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, están tendiendo a tener vulnerabilidad media alta. El bloque “A” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 155$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “B” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 161.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “C” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 151.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “D” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 156.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “E” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 175$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “F” de la I.E. N°81011 Antonio

Raimondi, presenta un $I_v = 151.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “G” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 156.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “H” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 128.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “I” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 151.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “J” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 141.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “K” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 156.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “L” de la I.E. N°81011 Antonio Raimondi, presenta un $I_v = 146.25$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “A” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 150$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “B” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 152.5$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “C” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 138.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “D” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 158.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “E” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 158.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “F” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 158.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “G” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 170$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “H” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 153.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “I” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 148.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “J” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v = 146.25$, por lo cual tiene

una vulnerabilidad media baja. El bloque “K” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v=145$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja. El bloque “L” de la I.E. Marcial Acharán Y Smith, presenta un $I_v=148.75$, por lo cual tiene una vulnerabilidad media baja.

De acuerdo a Pérez (2019) en su investigación titulada “LA AUTOCONSTRUCCIÓN Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE LA ASOCIACIÓN VIÑAS DE SAN DIEGO, CARABAYLLO 2019”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo general fue determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la asociación Viñas de San Diego, carabayllo 2019, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la asociación Viñas de San Diego, Carabayllo 2019 con una vulnerabilidad sísmica alta en un 23.53%, vulnerabilidad sísmica media en un 50% y vulnerabilidad sísmica baja con un 26.47 %. También los materiales de construcción y el proceso constructivo influyen negativamente por estar debajo de los rangos y consideraciones de la NTP, según la tabla 26 y 27. Se determinó que los materiales de construcción si influyen negativamente en la vulnerabilidad sísmica por no cumplir con las consideraciones de la noma E.030 de Albañilería Confinada, es decir que el 56% de las viviendas estudiadas tienen un concreto en sus estructuras por debajo de la resistencia mínima de 175 kg/cm^2 que estipula la norma técnica E-070 Albañilería Confinada.

Se determinó que el proceso constructivo influye negativamente en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la asociación Viñas de San Diego, Carabayllo 2019, por que en dicho proceso constructivo a predominado la participación del mismo propietario, en

donde la mano de obra a sido no calificada con un 35.29% y un 55.88% realizado por el mismo propietario, la supervisión estuvo dado por el maestro de obra y el propietario con los porcentajes de 38.24% y 52.94% respectivamente según la tabla 28 y 29. Se determinó los tipos de suelos que influye negativamente en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la asociación Viñas de San Diego, Carabayllo 2019, son suelos arenosos y arcillosos, teniendo una capacidad portante de 1.67 kg/cm².

Por su parte, Alarcón & Malqui (2018), en su investigación “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE, 2018”, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Señor de Sipán, cuyo objetivo principal fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de las Instituciones Educativas Públicas del distrito San José – Lambayeque. Haciendo uso del método de índice de vulnerabilidad sísmica planteado por Benedetti & Petrini, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que del mapa de ubicación de las Instituciones Educativas Públicas se concluye que el distrito cuenta con tres Instituciones Educativas en el nivel secundario, ocho en el nivel primario y diez en el nivel inicial tanto escolarizado como no escolarizado. Se observa que éstas están ubicadas de acuerdo a la población. La ficha técnica utilizada cumple con los 11 parámetros del método del índice de vulnerabilidad sísmica de Benedetti – Petrini, los cuales analizan las características estructurales y no estructurales de la edificación. En cuanto al tipo de edificación de las Instituciones Educativas Públicas, el 44% son de concreto armado, 40% son de albañilería, el 3% es de adobe, el 2 % son mixtos (adobe + albañilería) y 11% de material prefabricado. En cuanto a su conservación se tiene que: 57% está en un buen estado, 24% en un estado regular, 13% en un estado deteriorado y un 6% de los bloques en un estado muy

deteriorado. De acuerdo a los estudios de mecánica suelos realizados por el INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil) en el distrito de San José – Lambayeque, se concluye que los tipos de suelos obtenidos son: SC (arenas arcillosas, mezclas de arena –arcillas) y SP (arenas mal graduadas, arenas con grava, finos o sin finos); con respecto a la NTP. E.030(Diseño Sismorresistente), se clasificó como suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte menor o igual a 180 m/s. De los resultados obtenidos con el método de Benedetti – Petrini (índice de vulnerabilidad sísmica) de las Instituciones Educativas Públicas del distrito de San José, se concluye que el 42% de los bloques presentan una vulnerabilidad baja, el 36% una vulnerabilidad de media a baja, el 20% una vulnerabilidad de media a alta y un 2% una vulnerabilidad alta.

Según Barbosa & Hondermann (2018), en la tesis “PROPUESTA DE MEJORA DEL METODO BENEDETTI PETRINI CASO: INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO, RIMAC - LIMA ” , trabajo de investigación presentado para la obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, en la Universidad Privada del Norte, y cuyo principal objetivo fue mejorar el grado de confiabilidad de los resultados del método del Índice de Vulnerabilidad Sísmica propuesto por Benedetti Petrini, adecuando sus parámetros a las normas antisísmicas peruanas en tierra reforzada y añadiendo a su esquema de recojo de información ensayos técnicos instrumentales, en la aplicación de un caso controlado, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que concluido el estudio y determinados los índices de vulnerabilidad sísmica del elemento casuístico *Iglesia de Nuestra Señora del Rosario* por ambos métodos, se determinó que el método Benedetti Petrini *modificado* en sus parámetros 3 y 11 puede ser aplicado con mayor confiabilidad y profundidad de análisis a estructuras de adobe

existentes. Para conseguir este resultado se adecuo de la Norma E080 la ecuación de cálculo de Fuerza basal y se incorporó un esquema de recojo de información instrumental, que incidió directamente en la valoración final. Incrementando la valoración cuantitativa del método de 38% a 50%. No se encontró restricciones para la aplicación del método Benedetti – Petrini genuino al estudio de la infraestructura de adobe de la edificación analizada, sin embargo esta aplicación resulto ser menos confiable con respecto a los resultados obtenidos con la modificación propuesta. Se adaptó con éxito la ecuación de cálculo de la Fuerza Basal de la Norma E080 en reemplazo de la ecuación de Resistencia Convencional del *parámetro 3* del método *genuino* obteniendo un factor de calificación más verosímil porque representa las sollicitaciones sísmicas peruanas. La ecuación $H=S.U.C.P$ compara las características geométricas y físicas de la edificación, con las exigencias de la norma E-080. Se estableció la aplicación de un esquema técnico de recojo de información instrumental en reemplazo de la inspección visual en el parámetro 11 del método genuino. La implementación de instrumentos para la obtención y procesamiento de información contribuyó para la determinación de anomalías, patologías, estructurales y patrones de falla de forma objetiva y técnica. Realizada la comparación de valores finales de cada método se determinó que la diferencia en los resultados obtenidos es amplia, los índices de vulnerabilidad sísmica procedentes de ambos métodos, difieren en número y en grado. Esto demuestra que la modificación al método infiere directamente en el resultado y por tanto en la confiabilidad de este. En el caso del método *modificado* este adiciona un 12 % de análisis cuantitativo lo cual lo hace más fiable debido a que la inspección modal respecto a la inspección visual es categórica.

De acuerdo a Ñanfuñay & Santisteban (2015), en la tesis “VULNERABILIDAD SISMICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD ETEN APLICANDO. ÍNDICES DE VULNERABILIDAD (BENEDETTI- PETRINI) ” , trabajo de investigación presentado para la obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, y cuyo principal objetivo fue reconocer las zonas de alta, media y baja vulnerabilidad sísmica, en el distrito de Ciudad Eten, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que el método del índice de vulnerabilidad es adecuado para implementarlo y adaptarlo en grandes ciudades (aplicación a nivel urbano). El método del índice de vulnerabilidad es importante porque nos permite evaluar una construcción de forma breve, para mitigar su grado de vulnerabilidad, con el fin de reducir el número de víctimas ante un evento sísmico. El método ha permitido configurar una base de datos con información de la gran mayoría de las edificaciones del distrito de Ciudad Eten. Los parámetros que tienen mayor incidencia en la evaluación de las edificaciones son los tres primeros, es decir: tipo y organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente y la resistencia convencional. La metodología aplicada ha permitido evaluar las edificaciones, obteniendo zonas de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado en el distrito de Ciudad Eten . Se ha elaborado una base de datos para las diferentes tipologías de edificaciones del distrito de Ciudad Eten, para que sean utilizados en estudios referentes a vulnerabilidad sísmica y riesgo sísmico . Casi la totalidad de las edificaciones de adobe del distrito presenta una vulnerabilidad alta. Con un porcentaje de 97.19%. La vulnerabilidad alta en las edificaciones de adobe del distrito de Ciudad Eten se debe en gran parte a su antigüedad, principalmente a que ofrecen una mala resistencia convencional, además casi no poseen ductilidad. Esto sumado a la presencia de

humedad y sales en casi la totalidad de ellas, lo que origina un pésimo comportamiento sísmico de las edificaciones de adobe .Las edificaciones de albañilería presentan una vulnerabilidad entre baja a media, teniendo una mayor porcentaje para vulnerabilidad media 51.22% . Las edificaciones de concreto armado en el distrito Ciudad Eten son pocas, estas edificaciones presentan una vulnerabilidad baja, esto se debe a que han recibido asesoría técnica, un proceso constructivo eficiente y consideraron parámetros sísmicos, estas edificaciones han sido construidas recientemente .La vulnerabilidad para .edificaciones de albañilería en la zona de estudio se ven afectadas por un regular porcentaje de deficiencias en calidad de muros portante, es decir, se aprecia en muchas edificaciones gran cantidad de muros trabajados con unidades de albañilería artesanal, la cual no provee una buena resistencia ante acciones sísmicas por lo mismo que dicho material no contiene un control de calidad y no nos puede asegurar una resistencia confiable .En las edificaciones de albañilería hay gran deficiencias en elementos de confinamiento tanto vertical como horizontal . Otra deficiencia en las edificaciones de albañilería del distrito de Ciudad Eten es la mala calidad del mortero y la ausencia de uniformidad de juntas entre las unidades de albañilería, pues encontramos diversas medidas de juntas en un mismo muro las cuales varían en algunos casos de 9mm a 4mm .Además de estas fallas, se le suma una más, la cual es bastante determinante en la vulnerabilidad en las edificaciones de albañilería y concreto armado, pu-es este es un fenómeno en la cual los primeros niveles presentan menos grado de resistencia y/o masa con respecto a los pisos superiores. A todas estas deficiencias en las edificaciones de albañilería se le suma una más pero en menor incidencia, ya sea un mal soporte para tanques elevados, o ta no existencia de una buena conexión para cubiertas ya sean eternit o

calaminas, y tijerales mal anclados al sistema resistente. Las zonas de mayor vulnerabilidad sísmicas están dispersas en la zona norte, en los sectores No 03 y 04, delimitado por la Ca. 28 de julio y José Olaya, Ca Enrique Bruning y Ca. Pachacutec. Pues encontramos gran cantidad de edificaciones de adobe. Otra área con un alto grado de vulnerabilidad es el sector 01; delimitado por la Ca. 28 de julio, Miguel Grau y Ca. ganaderos, Ca. José maría Arguedas, donde el 85% de las edificaciones encuestadas en dicho sector pertenecen a la tipología de adobe. Asimismo, los habitantes de dicho sector siguen construyendo con este material, por lo que les resultaría necesario el conocimiento de técnicas de reforzamiento. Es fundamental transferir los resultados obtenidos a los organismos con responsabilidad de gestión en protección civil y en la planificación de gestión de emergencia, para elaborar planes de mitigación.

Realidad problemática.

Dentro del marco internacional podemos mencionar que Italia es uno de los países con más alto riesgo sísmico de Europa, con varios centenares de muertos en su haber debido a los terremotos ocurridos en los últimos años ,se comienza a desarrollar en Italia el método de índice de vulnerabilidad, con motivos de estudios post-terremotos realizados a partir de 1976. El método se describe en 1982, año a partir del cual empieza su utilización en numerosas ocasiones. Como resultado de ello se obtiene un importante banco de datos sobre daños de edificios, para diferentes intensidades de terremotos y las comprobaciones realizadas demuestran buenos resultados en la aplicación del método. Este método ha sido desarrollado y aplicado extensiblemente en varias zonas sísmicas de Italia y está basado en una gran cantidad de datos observados. De hecho, ha sido adoptado por el “grupo Nazionale per la difesa dai terremoti” GNDT. (Nisperuza, 2019)

A nivel europeo, el proyecto SERGISAI desarrolló una metodología de evaluación de riesgo sísmico con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica y técnicas de Inteligencia Artificial. La metodología se aplicó para reproducir escenarios de riesgo a diferentes escalas: regional, subregional y local, considerando aspectos físicos, sociales y humanos. Los estudios a nivel regional y subregional se realizaron en términos de aceleración máxima del suelo para las regiones italianas de la Toscana y la Garfagnana. El estudio a nivel local se centró en la ciudad de Barcelona, para lo cual se empleó el método italiano del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petri, 1984), aplicado a los edificios residenciales de mampostería no reforzada y hormigón armado del distrito del Eixample. De este modo, una vez calificados los edificios mediante un índice de vulnerabilidad, utilizando relaciones empíricas vulnerabilidad-daño, se obtuvieron escenarios de daño para diferentes niveles de intensidad MSK y de aceleración sísmica. (Nisperuza, 2019)



Figura 18: Terremotos en Italia desde 1915 al 2016

Fuente: Servicio de Estudios Geológicos de EE. UU

A nivel nacional tenemos que en el Perú se han registrado numerosos estudios de vulnerabilidad sísmica a nivel urbano en áreas extensas y a un gran conjunto de estructuras basados en el método BENEDETTI - PETRINI, se han documentado estudios académicos en Lima – Carabayllo (Cismid, 2013), Carabayllo (Pérez, 2019) , Ancash (Tinoco, 2014), Jauja (Castro, 2015) y estudios técnicos en los centros históricos de Ayacucho y Huánuco. En Lima, distrito de Carabayllo , el incremento de la preocupante autoconstrucción motivó a realizar diversos estudios de investigación sobre vulnerabilidad sísmica , aplicando en Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini , identificando de esa manera los respectivos niveles de vulnerabilidad sísmica (alta, media, baja) así como también los materiales de construcción y proceso constructivo que influyen negativamente en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de dicho distrito. (Pérez, 2019)

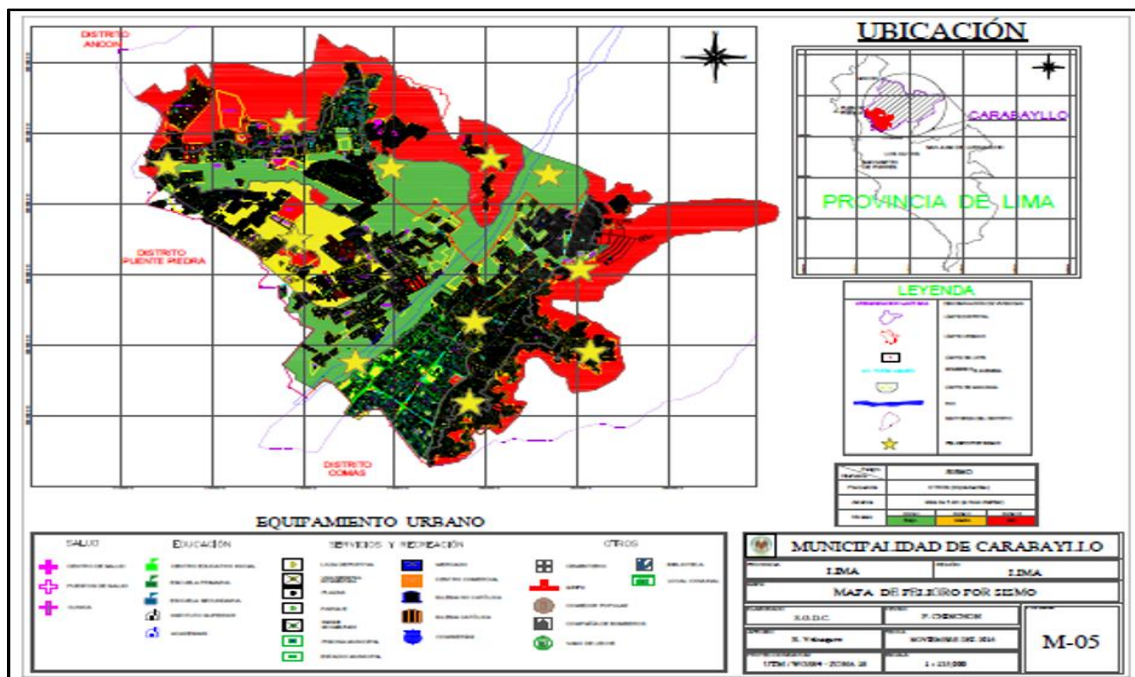


Figura 19: Mapa de Peligro por Sismo en Carabayllo

Fuente: SIGRID, 2016

La presente investigación tiene como justificación el propósito de aportar información conceptual nutrida y consistente acerca de la Optimización del Método Benedetti Petrini en el índice de Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa 2051 - Carabayllo, y así proponer un método perfeccionado, compatible y adaptado a las características propias del distrito de Carabayllo, considerando también que ayudaría a disminuir el costo de vida ya que se contaría con la prevención y reconocimiento de las zonas más vulnerables del distrito y a tomar las prevenciones del caso frente a un eventual sismo, tanto en la Institución Educativa 2051 como en zonas aledañas a éstas. Y poniéndose a buen recaudo ante la presencia de un sismo

Justificación Práctica.

Esta aplicación de estudio se realiza con el objetivo de determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura de la institución educativa 2051, de características típicas en condiciones de control y seguimiento, sobre la que se pueda ensayar la aplicación de una propuesta de modificación y perfeccionamiento del método Benedetti – Petrini, con la intención de demostrar la efectividad del método y la mejora en el nivel de confiabilidad de sus resultados.

Justificación Metodológica:

La metodología desarrollada, en lo económico ayudará al Estado Peruano-Ministerio de Educación a tomar mejores decisiones en la inversión del capital para la construcción de Instituciones Educativas Públicas, apoyándose de una guía tecnificada y acorde con las Normas Técnicas Peruanas para minimizar los daños ocasionados frente a un eventual

sismo. En lo ambiental, contribuirá a futuro al uso adecuado de los materiales de construcción y en el reforzamiento de las Instituciones Educativas Públicas ayudaría a minimizar pérdidas cuantiosas de materia prima ocasionadas por un sismo, evitando así el colapso y generación de grandes cantidades de desmonte que sería un factor de contaminación ambiental debido al insumo expulsado. En lo tecnológico, Contribuirá como antecedente para futuros estudios de vulnerabilidad sísmica en la zona en estudio. Y a la toma de decisiones de los gobiernos de implementar sistemas de alarma de sismo para que la población se ponga a buen recaudo frente a un eventual sismo.

Planteamiento del problema

Problema general

¿De qué manera se puede perfeccionar el método Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo?

Problemas específicos

- ¿De qué manera , haciendo uso del método convencional de Benedetti Petrini , se puede determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 - Carabayllo ?
- ¿De qué manera identificar los nuevos parámetros del método optimizado de Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 - Carabayllo?
- ¿De qué manera, haciendo uso del método optimizado de Benedetti Petrini, se puede determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo y comparar los resultados con el método convencional?

Objetivo general

Optimizar el método Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 - Carabayllo.

Objetivos específicos

- Utilizando el método convencional de Benedetti Petrini determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 - Carabayllo.
- Establecer los nuevos parámetros del método optimizado de Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo.
- Utilizando el método optimizado de Benedetti Petrini determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo y comparar los resultados con el método convencional.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

➤ Métodos existentes para determinar índices de Vulnerabilidad

Existen muchos métodos para determinar índices de vulnerabilidad, para el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha revisado los más consultados, utilizados y reconocidos, estos pueden clasificarse en dos tipos, (a) métodos cualitativos y (b) métodos cuantitativos. (Macetas, 2018)

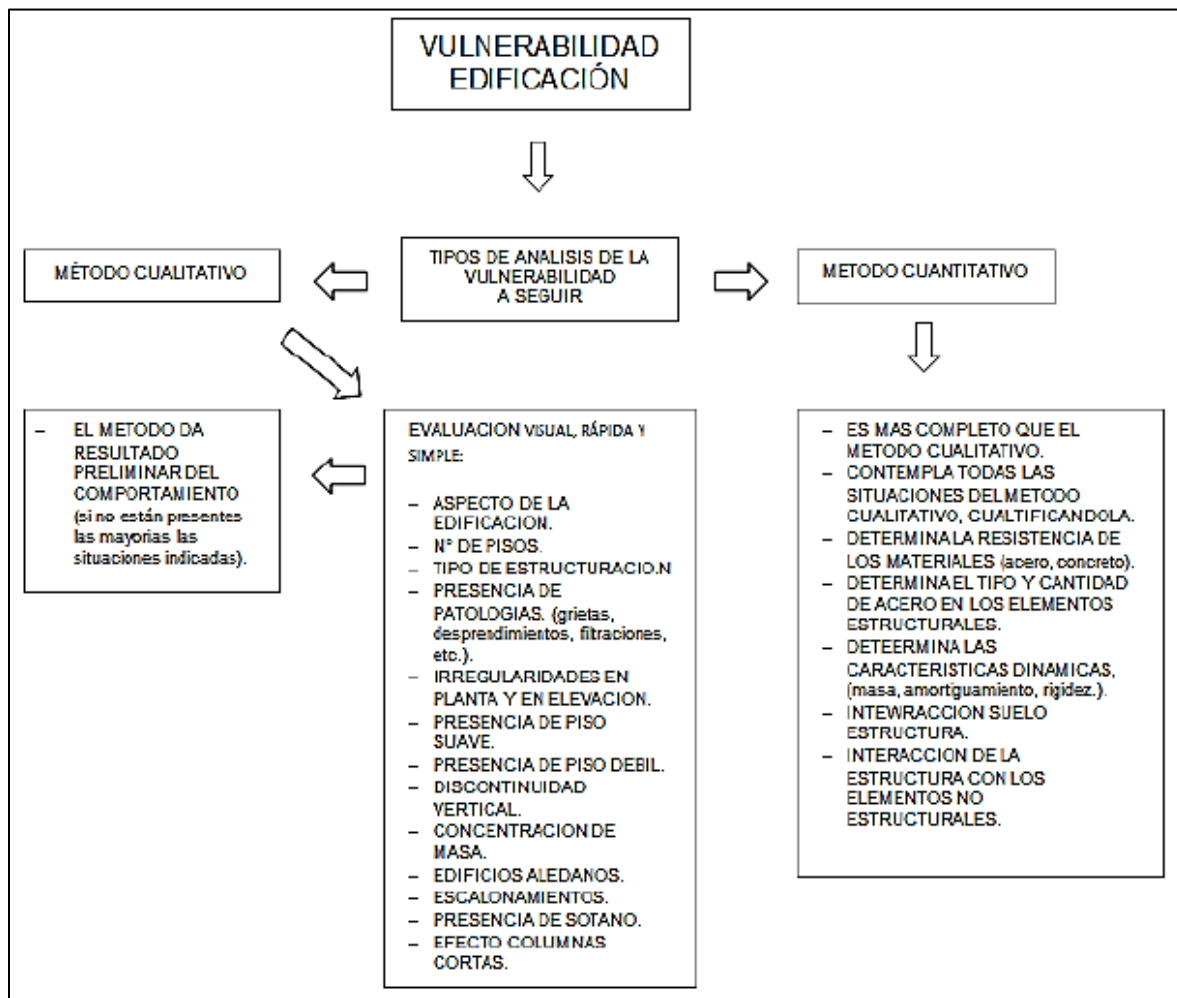


Figura 20: Matriz de Vulnerabilidad

Fuente: Macetas, 2018

➤ **Métodos cualitativos**

a. Método de Hirosawa

Este método calcula dos índices que se relacionan para determinar la vulnerabilidad sísmica:

i. Índice sísmico de la estructura

ii. Índice sísmico de los elementos no estructurales

Es un método cualitativo reconocido, goza de mucho prestigio porque incorpora a sus elementos de cálculo, variables cuantitativas. Esta metodología consta tres niveles y su precisión aumenta con el cálculo del índice sísmico el cual relaciona el índice del comportamiento estructural, con un índice de excitación de la onda sísmica, un índice de forma-rigidez y un índice de deterioro en el tiempo. (Moromi, 2012).

El índice de comportamiento estructural que representa la degradación de los elementos estructurales, se calcula como función de elementos verticales, además junto al índice de forma-rigidez y de deterioro en el tiempo, son funciones del índice de comportamiento estructural. Este método se diseñó originalmente para analizar hospitales en Japón y no se conoce en Perú casos de aplicación para estructuras de tierra.

b. Método ATC-21

Otra metodología cualitativa analizada para ser considerada en esta investigación, es el método ATC-21, Método de revisión por filtro de Peligros sísmicos Potenciales en edificaciones existentes, considerado un método analítico, sencillo de fácil implementación, la secuencia aplicativa otorga una calificación inicial a una edificación y conforme se avanza en la evaluación se incorporan las características estructurales de la estructura. A partir del análisis inicial se suman o restan puntos a la calificación inicial. El procedimiento comienza por identificar el sistema estructural que resiste las fuerzas

sísmicas, así como los materiales de los que está compuesto. En el caso peruano el INDECI desarrolló el programa de capacitación para la estimación de riesgos (PCER), según sus orientaciones el puntaje se suma o resta a la calificación inicial dependiendo de factores tales como:

- Si es de gran altura.
- Si está deteriorado.
- Si tiene irregularidades geométricas.
- Si existen pisos flexibles dentro de la edificación.
- Si existe torsión en planta.

La escala en este método va desde 0 (mal comportamiento sísmico), hasta 6 (muy buen comportamiento). Si un edificio resulta con una calificación inferior o igual a 2, este debe ser evaluado individualmente tal con otros métodos como el FEMA-273 que es una metodología analítica específica centrada en elementos estructurales. Las edificaciones que muestren compromiso físico tras la evaluación preliminar deben ser estudiados y analizados por ingenieros estructurales especialistas en diseño sismo resistente. (INDECI, 2006).

c. Método Benedetti-Petrini (1984)

Su uso es masivo y es muy aceptado en muchas partes del mundo. El método está basado en once parámetros, cada uno dividido en cuatro clases A, B, C, D, estas dependiendo del parámetro pueden valorarse desde cero hasta cuarenta y cinco, a su vez cada parámetro se multiplica por un factor que pondera un peso según su importancia, así el puntaje máximo considerando todos los parámetros es de 382.5. Los parámetros 3, 6, 7, y 8 son cuantitativos y los restantes 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son cualitativos. La aplicación de

este método consiste en evaluar cada parámetro por una de sus clases, esta arrojará un valor ponderado por parámetro, la suma de todos estos valores definirá el índice de vulnerabilidad, para el caso de este estudio representa una metodología de mucha versatilidad que relaciona el material (1) adobe, la técnica constructiva (2) albañilería simple y el uso de elementos estructurales (3) muros portante.

d. Método de la densidad de muros (CISMID, 2005)

La investigadora Moromi (2012) documenta esta metodología que centra su atención en la evaluación de la densidad de muros, en función del área de muros en cada dirección y el área de la construcción. Cuando se trata de muro de adobe el espesor representa la rigidez lateral y al ser un material frágil la relación de áreas es prioritaria. El espesor promedio se compara con densidades reglamentarias y normadas, en el caso peruano la Norma E080 incorpora los valores esenciales para espesores en diseño de muro sismo resistente. Este método puede ser implementado por personal no profesional, esto en virtud a que los parámetros que se analizan como el área de construcción y el área de muros, puede ser determinados con relativa facilidad. (Moromi, 2012).

Es imprescindible determinar las densidades de muros apropiadas, con respecto a la presente investigación, la densidad de muros es controlada se convierte en un factor de detalle debido a que las estructuras de adobe coloniales espesores característicos algunos de ellos se aproximan a los dos metros.

➤ **Métodos cuantitativos**

a. Método NSR-98

Esta metodología aplicada con éxito por Llanos y Vidal (2003) en estructuras educativas públicas de Colombia, por ser cuantitativa parte siempre de un análisis

dinámico de la estructura, una vez determinado su comportamiento se debe confirmar si su diseño cumple con las exigencias de la norma en su contexto, si se quiere evaluar con este método. Los resultados obtenidos del análisis dinámico y las capacidades de esfuerzo admisible calculadas en cada elemento, se utilizan para el cálculo de los índices de sobreesfuerzos e índices de flexibilidad de los pisos respectivamente, los valores inversos determinan con exactitud confiable el grado de vulnerabilidad de la estructura. (Llanos y Vidal 2003).

b. Método de Hirosawa modificado

El método Hirosawa inicialmente diseñado para evaluaciones en hospitales en Japón fue perfeccionado alcanzando un nivel cuantitativo. Si bien su uso se realiza para evaluaciones a nivel preliminar, la modificación, introduce cambios para ser adaptado a las tipologías y materiales constructivos utilizados en los países latinoamericanos. Moromi (2012).

En este método, la vulnerabilidad estructural se determina comparando la capacidad resistente, relaciones de forma, mantenimiento y daños anteriores de la edificación, con el nivel de sollicitación demandado por los sismos, considerando las condiciones de sitio, este último contextualiza el estudio y lo individualiza.

La comparación se hace entre el índice **Is**, que representa la resistencia del edificio y el índice **Iso** que representa la resistencia demandada y la edificación es segura sísmicamente cuando **Is** es mayor que **Iso**. Para la implementación de este método se requiere formación profesional.

✦ Método del índice de vulnerabilidad

El método utilizado para estimar la vulnerabilidad será a partir el propuesto por Benedetti-Petrini (1984), el cual consta de once parámetros en función de los cuales se determinará la vulnerabilidad de la Iglesia Nuestra señora del Rosario, cada parámetro se subdivide en cuatro clases A, B, C, D y tiene un peso ponderado según su importancia frente a un sismo, en simultaneo a cada escala se le atribuyen valores desde 0 a 45 puntos, que varían según el parámetro.

✓ Cálculo del índice de vulnerabilidad I_v

El método de Índice de vulnerabilidad se presenta en una argumentación del original desarrollado en Italia en 1984, de acuerdo al resumen realizado por Aguiar R., Barbat A., Caicedo C. y Canas A. (1994):

Se es estima a través de la suma de los resultados de cada parámetro K_i , el cual a su vez ha sido multiplicado por un ponderado W_i diferente de acuerdo a su relevancia.

Esto se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Ecuación 1: Cálculo del índice de vulnerabilidad

Fuente: (Macetas, 2018)

Tabla 1

Cuadro de Parámetros

Parámetros	Clase Ki				Peso Wi
	A	B	C	D	
1. Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma horizontales.	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7. Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8. Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Fuente: (Macetas, 2018)

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION IN SITU

DATOS GENERALES

Propietario:	Resultado
Ubicación:	0.00
Fecha:	
Edificación:	

Descripción	CLASES				PONDERADO	PARCIAL
Parámetro 1 Organización del sistema resistente	A	B	C	D	1.00	0.00
Parámetro 2 Calidad del Sistema resistente	A	B	C	D	0.25	0.00
Parámetro 3 Resistencia convencional	A	B	C	D	1.50	0.00
Parámetro 4 Posición del edificio y de la cimentación	A	B	C	D	0.75	0.00
Parámetro 5 Diafragmas horizontales	A	B	C	D	1.00	0.00
Parámetro 6 Configuración en elevación	A	B	C	D	0.50	0.00
Parámetro 7 Configuración en elevación	A	B	C	D	1.00	0.00
Parámetro 8 Distancia máxima entre muros	A	B	C	D	0.25	0.00
Parámetro 9 Tipo de tubería	A	B	C	D	1.00	0.00
Parámetro 10 Elementos no estructurales	A	B	C	D	0.25	0.00
Parámetro 11 Estado de conservación	A	B	C	D	1.00	0.00
					Σ Total lv	0.00

Figura 21: Formato de evaluación del índice de vulnerabilidad

Fuente: (Macetas, 2018)

Tabla 2

Cuadro evaluación y medición del índice Iv

0	lv	96	Baja (VB)
96	lv	191	Media (VM)
191	lv	287	Alta (VA)
287	lv	383	Muy alta (VMA)

Fuente: (Macetas, 2018)

➤ **Definición de los parámetros del índice de vulnerabilidad**

Los parámetros del índice de vulnerabilidad son 11 y se evalúan según el siguiente :

1. Parámetro 1: Organización del sistema resistente

Con este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Se reporta una de las clases:

A. Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma española para la construcción sismo-resistente, específicamente del apartado 4.1 de dicha norma.

B. Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre o de adaraja en los muros, capaces de transmitir acciones cortantes verticales.

C. Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.

D. Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

2. Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Con este parámetro se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando, de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: por un lado, del tipo de material y de la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Por otro lado, de la homogeneidad del material y de las piezas, por toda la extensión del muro. Se reporta una de las clases:

- A.** Mampostería en ladrillo o bloques prefabricados de buena calidad. Mampostería en piedra bien cortada, con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. Presencia de ligamento entre las piezas.
- B.** Mampostería en ladrillo, bloques o piedra bien cortada, con piezas bien ligadas más no muy homogéneas en toda la extensión del muro.
- C.** Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento.
- D.** Mampostería en piedra irregular mal trabada o ladrillo de baja calidad, con la inclusión de guijarros y con piezas no homogéneas o privadas de ligamento.

3. Parámetro 3: Resistencia convencional

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en "cajón" de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada con razonable confiabilidad. El procedimiento utilizado requiere del levantamiento de los datos:

N: número de pisos.

At : área total cubierta en (m²).

Axy: área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente en (m²). El área resistente de los muros inclinados un ángulo α diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por **(cos α)²**.

τ_K : Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de τ_K se determina como un promedio ponderado de los valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales τ_i , utilizando como factor de peso el porcentaje relativo en área **A_i** de cada uno de ellos.

$$\tau_K = \frac{\sum \tau_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Ecuación 2: Resistencia a la cortante

Fuente: (Macetas, 2018)

h: Altura media de los pisos en (m).

Pm: Peso específico de la mampostería en (Ton/m³).

Ps: Peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m²).

4. Parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: La consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente

cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. Se reporta una de las clases:

A. Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

B. Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

C. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

D. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

5. Parámetro 5: Diafragmas horizontales

A. La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Se reporta una de las clases:

B. Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones:

i. Ausencia de planos a desnivel.

ii. La deformabilidad del diafragma es despreciable.

iii. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.

C. Edificio con diafragma como los de la clase a, pero que no cumplen con la condición 1.

D. Edificio con diafragmas como los de la clase a, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2. Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

6. Parámetro 6: Configuración en planta

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo.

En el caso de edificios rectangulares es significativo la relación $\alpha_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $\alpha_2 = b / L$. En la Figura 2.2.1-4 se el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo explica cual se evalúa siempre el caso más desfavorable

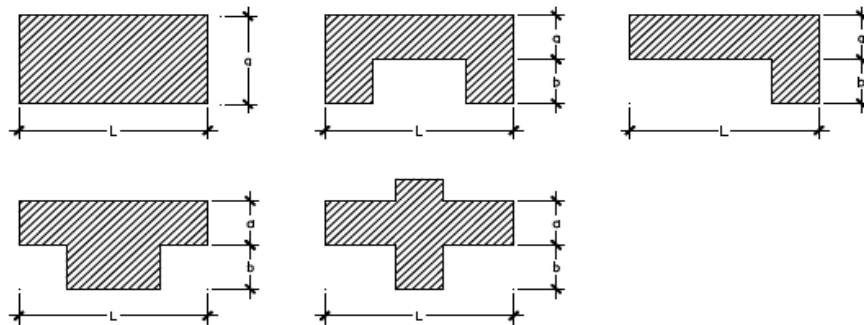


Figura 22: Configuración en planta

Fuente: (Macetas, 2018)

7. Parámetro 7: Configuración en elevación

En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de porches y torretas. La presencia

de porches se reporta como la relación porcentual entre el área en planta del mismo y la superficie total del piso. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H , tal como se indica en la Figura 2.2.1-3. No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc.

También se reporta la variación de masa en porcentaje $\square \square M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia *lo alto del edificio*. *La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\square \square A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.*

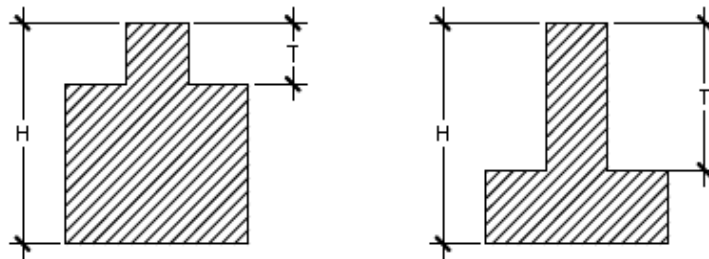


Figura 23: Configuración en elevación

Fuente: (Macetas, 2018)

8. Parámetro 8: Distancia máxima entre los muros

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros interceptados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

A. Edificio con $L/S < 15$

B. Edificio con $15 \leq L/S < 18$

C. Edificio con $18 \leq L/S < 25$

D. Edificio con $L/S \geq 25$

9. Parámetro 9: Tipo de cubierta

Se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. Se reporta una de las clases:

A. Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.

B. Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.

C. Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.

D. Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

10. Parámetro 10: Elementos no estructurales

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se trata de un parámetro secundario, para fines de la evaluación de la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases. Se reporta una de las clases:

- A. Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
- B. Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
- C. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
- D. Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.

11. Parámetro 11: Estado de conservación

Se reporta una de las clases:

- A. Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B. Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C. Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D. Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

✓ **Cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa**

Los cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa son básicamente de dos tipos: El primer tipo consiste en la aplicación de fórmulas matemáticas sencillas y el segundo tipo consiste en la toma de decisiones con base en condiciones lógicas. Enseguida se explican estos dos tipos de cálculos requeridos por los parámetros **3, 6, 7 y 8**. La mayoría de las variables involucradas ya se han explicado.

a. Resistencia convencional

El coeficiente sísmico **C**, se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión:

$$C = \frac{\alpha_o \cdot \tau_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \alpha_o \cdot \tau_k (1 + \gamma)}} \quad \dots \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

$$A = \min \{A_x; A_y\} \quad \dots \text{Ecuación 4}$$

$$B = \max \{A_x; A_y\} \quad \dots \text{Ecuación 5}$$

$$a_0 = A / A_t \quad \dots \text{Ecuación 6}$$

$$\gamma = B / A \quad \dots \text{Ecuación 7}$$

$$q = \frac{(A+B)h}{A_t} P_m + P_s \quad \dots \text{Ecuación 8}$$

Ecuación 3: Resistencia convencional

El valor de q representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, asumiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre los diferentes pisos del edificio.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases **A, B, C, D** se hace por medio del factor $\alpha = C / \bar{C}$ en donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

i. Edificio con $\alpha \geq 1$.

ii. Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.

iii. Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.

iv. Edificio con $\alpha < 0.4$.

b. Configuración en planta

La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

i. Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$.

ii. Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.

iii. Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$.

iv. Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$.

c. Configuración en elevación

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- i. Edificio con $-\Delta M/M < 10\%$.
- ii. Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$.
- iii. Superficie porche $= 10\% \cong 20\%$ ó $-\Delta M/M > 20\%$ ó $T/H < 2/3$.
- iv. Superficie porche $> 20\%$ ó $\Delta M/M > 0$ ó $T/H > 2/3$.

d. Distancia máxima entre los muros

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- i. Edificio con $L/S < 15$.
- ii. Edificio con $15 \leq L/S < 18$.
- iii. Edificio con $18 \leq L/S < 25$.
- iv. Edificio con $L/S \geq 25$.

➤ **Índice de vulnerabilidad**

Indistintamente a la metodología que se emplee para el estudio y análisis de estructuras, el resultado del análisis concluye en índices que se interpretan y entienden como el grado o los grados de pérdida posible de la estabilidad estructural de un elemento o grupo de elementos que estando expuestos a la acción externa de fenómenos naturales como sismos se encuentran en riesgo.

El índice de vulnerabilidad sísmica se representa como un valor que es evaluado numéricamente y representa nominalmente la calidad estructural frente a la probable ocurrencia de un evento que podría resultar destructivo, este se expresa en categorías que

representan magnitudes de daño. Estas categorías representan el grado de deterioro en las edificaciones, por lo tanto, la vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza la degradación que sufriría una estructura de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características, este daño está relacionado con el comportamiento de la estructura y permite identificar el riesgo en términos generales y dependiendo del tipo de estudio podría determinarse el nivel de daño específico. (Kuroiwa, 1990)

Este índice se clasifica en 4 categorías:

a. Edificaciones con vulnerabilidad Muy Alta

Es la categoría que representa la mayor gravedad en la evaluación y expresa un grado severo de daño aproximándose al colapso de la estructura. En esta clasificación el deterioro de los elementos que componen la parte estructural deben ser estabilizados con inmediatez o la pérdida sería irreversible. Además, esta categoría clasifica el nivel de exposición de la edificación en general comprometiendo su permanencia o sugiriendo la demolición. Las edificaciones con vulnerabilidad sísmica muy alta se caracterizan por presentar muros con fraccionamientos, agrietamientos y rajaduras profundas, desmoronamiento y separación del elemento estructural, altas concentraciones de humedad, derrumbes parciales, elementos estructurales removidos o reconfigurados. El estado físico de estas estructuras se considera precario.

b. Edificaciones con vulnerabilidad Alta

Esta categoría representa el grado medio alto de daño de la estructura. Principalmente identifica a las edificaciones cuyos elementos estructurales presentan daños

considerables de moderada intensidad, en los que el factor de deterioro acumulado podría accionar el colapso si las condiciones de la acción sísmica es severa. En esta categoría los elementos estructurales, muros y techos presentan lesiones visibles comprometiendo parcialmente la estabilidad de la edificación, en general presentan problemas de agrietamientos típicos, escoriación del material, pandeo de vigas, concentraciones medias de humedad. En este tipo de edificación las acciones de estabilización, conservación y reforzamiento deben considerarse necesarias.

c. Edificaciones con vulnerabilidad Media

La condición intermedia de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones es aquella en que existen daños y deterioro en la estructura, pero esta no representa un considerable factor de riesgo o alguna posibilidad de colapso de la estructura. En esta categoría los elementos estructurales presentan daños menores, sin embargo si se consideran daños no estructurales que podrían afectar la estabilidad de la estructura, como daños en los techos, o instalaciones sanitarias que filtren humedad, pero que pueden ser corregidas con trabajos de mantenimiento y reparación.

d. Edificaciones con vulnerabilidad Baja

Son edificaciones que han sido recientemente estabilizadas. Esta categoría representa a edificaciones que presenta evidente salud en sus elementos estructurales y cubiertas, por lo tanto, no compromete en absoluto la estabilidad.

➤ **Vulnerabilidad Física**

La Vulnerabilidad Física, se entiende como el grado de pérdidas esperadas como consecuencia de la peligrosidad sísmica para cada nivel de excitación de un elemento, o

grupo de elementos, expuestos al peligro. Para cada clase de elemento o sistema constructivo que se evalúe está relación entre las pérdidas esperadas y las totales, expresadas en una escala de 0 a 1 o del 0 al 100%. Para la evaluación de la Vulnerabilidad Física, es necesario identificar y clasificar los diferentes elementos expuestos al riesgo, así como definir los distintos estados, continuos o discretos de daño y la intensidad macro sísmica clásica. Carcedo y Cantos (2002).

➤ **Vulnerabilidad Sísmica**

La Vulnerabilidad Sísmica es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos estructurales o la idealización como resultado de la probable ocurrencia de un evento sísmico considerable. La vulnerabilidad sísmica es una propiedad inherente a todas las estructuras en zonas de influencia, esta puede entenderse como la predisposición de sus elementos estructurales a sufrir daño ante la acción de una fuerza externa. El nivel de daño depende es una relación que conjuga la acción sísmica frente a la capacidad sismo resistente de la estructura, por lo tanto la evaluación de la vulnerabilidad sísmica está ligada a la manera como se definen la acción y el daño sísmico. (Gutiérrez y Manco, 2012).

▪ **Sismo de acuerdo a la Norma Peruana E030**

Según la Norma Peruana E 30 de Diseño Antisísmico de estructuras, no se puede determinar la ocurrencia de un sismo ni su magnitud. Se considera sismo severo a los eventos telúricos que afectan con gravedad a las edificaciones comprometiendo sus elementos estructurales con posibilidad remota de colapso. Es necesario precisar que el lenguaje de ingeniería sismo resistente no cuantifica el sismo en escalas (Llámesse Richter,

Mercalli u otros), el sismo con fines de diseño estructural se describe en grados de aceleración del suelo y se analiza a partir del comportamiento de un espectro.

En el Perú tenemos un historial importante de eventos sísmicos antiguos y recientes que pueden considerarse severos, de la información histórica de los mismos se puede estimar el grado de daño físico que puede generar a las estructuras. Entre los eventos sísmicos que más impacto han causado en nuestro país, se puede mencionar al de mayor impacto ocurrido en Lima el 28 de octubre de 1746, donde de 3000 casas de esa época sólo 25 quedaron en pie, muriendo 1,141 de sus 60000 habitantes. Asimismo, ocurrió un tsunami en el Callao a raíz de este terremoto, matando a 3800 de sus 4000 habitantes.

El 31 de Mayo de 1970 ocurrió un sismo con epicentro en Chimbote que afectó principalmente a las ciudades de Huaraz (35,000 fallecidos), Yungay y Ranrahirca (32,000 muertos por aluvión ocasionado por el desprendimiento de una masa de hielo del Huascarán).

El sismo del 15 de agosto de 2007 con epicentro frente a Pisco, causó la muerte a 596 personas, dejando 1291 personas heridas, 48000 viviendas totalmente destruidas, otras 45000 inhabitables y 14 establecimientos de salud destruidos.

La experiencia internacional, a nivel del continente y otras zonas de gran actividad sísmica nos dan un derrotero de lo que pudiera pasar en nuestro país, algunos sismos severos de gran trascendencia destructiva debido al nivel de precariedad de las viviendas ocurrieron el 26 de diciembre de 2004, en Sumatra, en el que un violento sismo y un tsunami devastador que golpeó más de 5 países en el sudeste asiático, el epicentro fue ubicado a 205 kilómetros al noroeste de Sibolga, en Sumatra, y a 525 kilómetros al oeste

de Kuala Lumpur, y tuvo una profundidad de 46 kilómetros, dejando más de 230 000 muertos.

El 13 de mayo de 2008, se produjo el sismo de Sichuan (China), a las 14:28:04 (hora local), sacudiendo al condado de Wenchuan, con 8.0 grados de intensidad en la escala de Richter, el epicentro se ubicó a 240 kilómetros al noroeste de Qamdo, en el Tíbet, causando la muerte de más de 10 000 personas.

El 12 de enero de 2010 en Haití, a las 16:53:09 hora local se produjo un violento sismo de 7.0 grados, con apenas una profundidad de 10 km con epicentro a 15 km de Puerto Príncipe, la capital de Haití, ocasionando la muerte de más de 200 000 personas.

El Sismo del 27 de febrero de 2010, en Chile; (03:33 am hora local), produjo un potente movimiento sísmico de 8.8 grados en la escala de Richter cuyo epicentro se localizó a 540 Km. al sur oeste de Santiago de Chile, en la provincia de Concepción, con quienes compartimos en el sur del Perú una gran semejanza en la subducción de placa.

▪ **Consideraciones al concepto “Sismo” de acuerdo a la Norma Peruana E.080**

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, publicó el 2017 la actualización a la Norma E.080 *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Con esta actualización se recogen las conclusiones de importantes trabajos de investigación, en ellas se actualizan parámetros para el diseño de estructuras de tierra sismo resistente.

Establece la aplicación obligatoria para la elaboración de materiales de construcción para edificaciones de tierra reforzada (adobe reforzado y tapial reforzado).

De acuerdo a la filosofía de diseño sismo resistente de la normativa peruana las edificaciones de tierra deben ser construcciones reforzadas para conseguir el comportamiento siguiente:

- a.** Durante sismos leves, las edificaciones de tierra reforzada pueden admitir la formación de fisuras en los muros.
- b.** Durante sismos moderados, las edificaciones de tierra reforzadas pueden admitir fisuras más importantes, sin embargo, están controladas por refuerzos, sin producir daños a los ocupantes. La estructura debe ser reparable con costos razonables.
- c.** Durante la ocurrencia de sismos fuertes, se admite la posibilidad de daños estructurales más considerables, con fisuras y deformaciones permanentes, pero controladas por refuerzos. No deben ocurrir fallas frágiles y colapsos parciales o totales, que puedan significar consecuencias fatales para la vida de los ocupantes. (Macetas, 2018)

De acuerdo a las normas peruanas para las construcciones de tierra reforzada, los sismos se definen como sigue:

- a.** Sismo leve. Igual o menor a intensidad III de la Escala de Mercalli Modificada.
 - b.** Sismo moderado. Entre las intensidades IV y VI de la Escala de Mercalli Modificada.
 - c.** Sismo fuerte. Igual o mayor a la intensidad VII de la Escala de Mercalli Modificada.
- (Macetas, 2018)

También presentamos los siguientes conceptos teóricos relevantes para esta investigación:

- **Ensayo de Carbonatación**

La carbonatación del concreto es un proceso por el cual el dióxido (bióxido) de carbono del aire penetra en el concreto y reacciona con los hidróxidos, tales como los hidróxidos de calcio para formar carbonato (4), es un proceso lento de reducción de la alcalinidad del hormigón, de un pH aproximadamente de 12,5, a valores inferiores a 9, debido en la mayoría de casos, a la reacción del CO₂ presente en la atmósfera con los componentes alcalinos de la fase acuosa del hormigón, creando un “frente carbonatado” que al llegar a la armadura la despansiva ocasionando la corrosión generalizada de dicha armadura, este proceso inicialmente aumenta el diámetro de las varillas y rompe el hormigón de recubrimiento, este proceso se invierte y degrada al hierro gradualmente, disminuyendo su capacidad de soporte de las cargas de diseño. El ensayo de carbonatación consiste en verter en forma de spray una solución de fenolftaleína o timolftaleína, que permitirá apreciar claramente el frente de carbonatación que se mantendrá en su color original, en tanto que la parte del hormigón que se mantiene intacta, por su elevada alcalinidad se tiñe de color violeta.



Figura 24: Ensayos de carbonatación realizados en elementos estructurales

Fuente: SIKA

- **Ensayo de Esclerometría**

Evalúa la dureza superficial del concreto por medio de la medición de rebote de un émbolo cargado con un resorte, después de haber golpeado una superficie plana de la estructura. La dureza superficial además de ser útil para revisar la uniformidad del concreto es una indicación de la resistencia a compresión del concreto. Los resultados se ven afectados por la rugosidad superficial, tamaño, forma y rigidez del espécimen, la edad y condición de humedad del elemento y la carbonatación de la superficie del concreto. El equipo empleado martillo SCHMIDT evalúa las propiedades de calidad y dureza del concreto. La fuerza de compresión que se determina mediante el ensayo correspondiente y se obtiene golpeando el concreto con una determinada energía. De esa manera se mide el rebote del martillo. El rebote corresponde a la dureza del concreto. Utilizando tablas de conversión, el valor de rebote puede correlacionarse con la fuerza de compresión. Este instrumento permite medir en campo la fuerza de estructuras de concreto, para controlar la calidad del concreto y detectar puntos débiles.



Figura 25: Martillo Schmidt

Fuente: CJE Ingenieros SAC

- **Esclerómetro:** El esclerómetro es un instrumento de medición consistente en un martillo de acero, con un resorte de carga, que al ser liberado impacta sobre un émbolo de acero en contacto con la superficie del concreto endurecido. El martillo de rebote debe moverse a una velocidad constante y reproducible. La distancia de rebote del martillo de acero, luego del impacto, es medida sobre una escala lineal adherida al marco del instrumento. Por lo general el esclerómetro se utiliza para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto endurecido; sin embargo también se utiliza para evaluar la uniformidad del concreto in situ, delinear zonas de hormigón deteriorado o de baja calidad, habiéndose convertido en el instrumento más utilizado a nivel mundial para el control no destructivo del concreto. Los fabricantes recomiendan que aproximadamente cada 2,000 impactos se debe verificar la sensibilidad del esclerómetro, para lo cual se utiliza un yunque de calibración de acero de alta resistencia con dureza mínima de 62 ± 2 HRC 6 , de una masa de (16 ± 1) kg y un diámetro aproximado de 150 mm.



Figura 26: Yunque de verificación de calibración del esclerómetro

Fuente: Borja, 2018

- **Esclerómetro digital:** Tienen los mismos principios de funcionamiento que el esclerómetro convencional, pero además incorpora una pantalla digital en la que se

muestran directamente los resultados. Además están diseñados para descartar valores erráticos, mostrar la desviación estándar y corregir directamente la dirección de impacto, traduciendo directamente el valor medio R a las unidades convencionales de resistencia (kg/cm^2), asigna un número a la medida, e incluso puede transferir todos los datos a documentos digitales a través de un PC. Un ensayo de evaluación realizado por el BAM en Berlín ha demostrado que el Esclerómetro Digital Silver Schmidt presenta menos dispersión que el martillo clásico mecánico. Existen dos modelos: Modelo N (Energía de impacto estándar). Para objetos de ensayo con un espesor mínimo de 100 mm y estar firmemente fijado en la estructura. Modelo L (Baja energía de impacto), apropiado para objetos frágiles o estructuras de menos de 100 mm de espesor. Las ventajas del esclerómetro digital son las siguientes:

- El valor del rebote (Q) es mostrado directamente en pantalla con una precisión de 0.5 unidades, lo que elimina el error de aproximación que se utiliza en los ábacos impresos del esclerómetro manual.
- El valor del rebote (Q) es independiente de la dirección del impacto, esto no ocurre con el esclerómetro manual, en el cual hay que aplicar algunos factores de corrección.
- Puede almacenar los valores de varios ensayos y resumirlos con estadísticas descriptivas.
- Permite utilizar otras curvas de correlación grabadas en función a las características de las mezclas de una región específica
- El punzón de impacto está hecho de una aleación aeroespacial adaptada a las propiedades elásticas del hormigón y equipado con un capuchón de acero templado que lo protege de daños por golpes.

- **Número de rebote (R, Q):** Es un valor adimensional que relaciona la dureza del concreto con su resistencia a la compresión de modo experimental. Estos valores oscilan entre 10 y 70 y se los correlaciona experimentalmente con el f'_c de una masa de concreto. Este valor se obtiene midiendo la velocidad de impacto y de rebote inmediatamente antes y después del impacto. En los esclerómetros digitales este valor de R ya no es necesario corregirlo en función al ángulo de inclinación. Dependiendo del tipo de equipo, los esclerómetros tienen ecuaciones de correlación que son válidas para sus países de origen, lo que hace que estas no se puedan aplicar directamente en un ensayo determinado para alguna región.
- **Escáner o determinación de armaduras**

Es un proceso en el cual se detecta la profundidad, espaciamiento y dimensión de las barras de acero embebidas en el Hormigón. Este proceso es realizado por un escáner de alta tecnología comúnmente llamado "Pacómetro". Contar con la información de las barras de acero efectivamente existentes en la estructura es vital para realizar el proceso de cálculo y revisión de la estructura. El proceso de detección de las barras determina el grosor de ésta en cm., espaciamiento y recubrimiento de hormigón.



Figura 27: Mapeo de armaduras en elementos estructurales

Fuente: Moscoso, 2014

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

- Ingresé a la empresa CRCZ INVERSIONES EIRL – INGENIEROS CONSTRUCTORES & SS.GG, de manera formal como Asistente de Inspector de Obras y Coordinador el 1ero de Setiembre del 2016, ganando experiencia gracias a la participación en varios trabajos hasta la fecha, de los cuales el último es la realización de un Mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo. Lima 2020, propiciado este por la imperiosa necesidad de contribuir con el Estado Peruano y Ministerio de Educación a tomar mejores decisiones en la inversión del capital destinado a la construcción de instituciones educativas públicas , apoyándose de una guía tecnicada y acorde con las Normas Técnicas Peruanas para minimizar los daños ocasionados frente a un eventual sismo, asimismo en el aspecto ambiental, contribuirá a futuro al uso adecuado de los materiales de construcción y en el reforzamiento de las Instituciones Educativas Públicas, reduciendo notablemente las ya conocidas cuantiosas pérdidas de materia prima ocasionadas por un sismo, reduciendo también la posibilidad de colapso y generación de grandes cantidades de desmonte que sería un factor de contaminación ambiental debido al insumo expulsado; así también en el aspecto tecnológico contribuirá como antecedente para futuros estudios de vulnerabilidad sísmica en la zona de estudio, cooperando positivamente en la toma de decisiones de los gobiernos de implementar sistemas de alarma de sismo para que la población se ponga a buen recaudo frente a un eventual desastre. Todo ello me motivo a participar y formar parte del equipo técnico, para poder seguir expandiendo mi conocimiento con una obra de esta importancia, así mismo proponerla como alternativa en las futuras y/o similares obras en las que participe. Previo a ello ya había participado desarrollando prácticas profesionales

en proyectos como CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACION DE CALLES EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VALLE DEL NARANJAL , CONSTRUCCIÓN DE PISTAS – LOS JARDINES DE CARABAYLLO 2da ETAPA , CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR, 5 PISOS – 5 DEPARTAMENTOS EN LINCE , entre otros, ubicados en la ciudad de Lima, como asistente de campo del proyecto desarrollé las actividades de manera técnica y operativa. Debido al conocimiento práctico participé en la realización de las actividades de trazo y replanteo, interpretación de planos, armado de columnas, toma de muestreo de concreto, así como también el traslado de las probetas al laboratorio para que sean sometidas a ensayo.

El proyecto de Mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo. Lima 2020, con un área de 3504.18 m² , está ubicado en Av. Ignacio Prado N°218 , distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima.

El desarrollo de la programación fue monitoreado por el Ing. Jesús Huancahuari Guzmán , desde el reconocimiento del terreno, ejecución de calicatas, toma de muestras disturbadas, ejecución de ensayos de laboratorio, entre otras, en la cual se evidenció la optimización de tiempos ,esto es, rendimientos y avance.

Debido al personal altamente calificado en cada área, este proyecto de mejoramiento aplicando el método en mención en la institución educativa 2051 , se desarrolló con fluidez, al margen de las limitaciones que presentó el proyecto por medio del trabajo en equipo, se pudieron dar las soluciones próximas para poder lograr los objetivos trazados.

El equipo que participó en la realización del proyecto de Mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo. Lima 2020, estuvo conformado por los siguientes profesionales:

Ing. Carlos Castro Zavaleta, cuyo cargo fue Gerente General de la empresa, es decir, fue el responsable de velar por el desarrollo armónico de la organización y por el compromiso e involucramiento de las personas. Así mismo fue el responsable de la coordinación general de la empresa y sus resultados; encargado de la contratación de colaboradores de alto nivel jerárquico.

Ing. David Calle de la Cruz, cuyo cargo fue ser Gerente Técnico de la empresa, es decir, fue el responsable de planificar, organizar, dirigir y controlar la Gestión Presupuestal y de Proyectos, tanto Constructivos como Tecnológicos y de Ingeniería; además de velar por el cumplimiento de las políticas de Calidad, Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental, desarrollando estrategias que permitan el alcance de las metas.

Sr. Jesús Huancari Guzmán, cuyo cargo en el proyecto en mención fue especialista en costos y presupuesto, es decir, fue el responsable de la elaboración y/o revisión de planificación económica del proyecto, dándole seguimiento a la planificación del proyecto (tiempo, **costos**, alcances).

Ing. Maycol Carrillo Velásquez, cuyo cargo en el proyecto de mejoramiento del método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051, fue ser residente de obra, es decir el representante técnico del Contratista en la obra, y cuyas funciones fueron ser encargado de la planificación,

coordinación al personal directo de la obra y a los diferentes contratistas que intervienen en el proyecto.

Bach. Héctor Cochón Barrientos, encargado de asistir al Ing. Residente en el control de calidad de procesos y materiales usados en obra, corroborar las medidas del trazo y replanteo, verificar las cuadrillas en la labor de campo, monitorear el rendimiento del personal, entre otros.

Lic. Jonathan Castro Nonato, cuyo cargo en el proyecto en mención fue la Gerencia de Finanzas y Contabilidad de la empresa, es decir, fue el responsable de preparar los estados financieros y entregar soporte a todas las unidades, supervisando y manteniendo la normativa contable.

Sr. Luis Castro Zavaleta, cuyo cargo en el proyecto en mención fue ser responsable de compras y almacén, es decir, tuvo que dirigir el equipo, priorizar la seguridad, liderar la recepción y expedición, control del inventario, optimizar el espacio, entre otras actividades.

Sra. Luisa Flores Flores, quien estuvo a cargo de la contabilidad del proyecto en mención, es decir, sus funciones fueron elaborar estados financieros del proyecto asignado y remitirlos al encargado de estados financieros. Brindar soporte y asesoría al personal administrativo, logístico de obra y producción. Analizar y reportar las cuentas contables de ingresos, costos, gastos, activos y pasivos de la obra asignada.

Lic. Ricardo Lay Gutiérrez, cuyo cargo fue la Gerencia Comercial de la empresa, es decir, sus funciones fueron planificar, organizar, dirigir, controlar y coordinar eficientemente el sistema comercial, diseñando estrategias que permitan el logro de los

objetivos empresariales, dirigiendo el desarrollo de las actividades de marketing y las condiciones de venta de los servicios postales y afines.

Aspectos a considerar para realizar el sistema constructivo.

Clima: Las condiciones climatológicas para desarrollar el proyecto mejoramiento del método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 - Carabayllo, al margen de que la estación fue de invierno fueron óptimas, lo cual influyó para que el personal de trabajo desarrolle sus actividades con comodidad.

Lugar. La Escuela Primaria – EL PROGRESO , ubicada en la Avenida Ignacio Prado N°218, distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima, al ser una de las cuatro importantes instituciones educativas reconocidas y representativas del distrito de Carabayllo , cuya construcción fue considerada viable por el Gobierno dentro del Decreto Supremo N° 011-2020-MINEDU, mediante el "Proyecto Especial de Inversión Pública Escuelas Bicentenario, con padres de familia pendientes, organizados, activamente participativos y comprometidos con toda mejora que se pueda hacer para la infraestructura educativa de sus hijos ; todo ello contribuyó a llevar a cabo este proyecto de mejoramiento del método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en dicha institución educativa.

La Escuela Primaria – EL PROGRESO , ubicada en el distrito de Carabayllo , al ser una institución educativa y/o proyecto social de gran importancia para el desarrollo y formación de los niños del distrito, fue sometida a remodelación y/o modernización de sus instalaciones en la gestión del alcalde Rafael Álvarez Espinoza , trabajando y/o

coordinando en conjunto con el director de la institución educativa Víctor Rodríguez, la presidenta de APAFA Angélica López y la junta directiva, quienes agradecieron la obra financiada por la municipalidad de Carabayllo.



Figura 28: Remodelación de la IE N°2051 El Progreso – Carabayllo

Fuente: SA - Señal Alternativa , 2017

Recursos: El recurso más importante en la realización de este proyecto de Mejoramiento del método Benedetti Petrini aplicado a esta institución educativa, fue el capital humano, seguido de ello el presupuesto para su ejecución, la adquisición de materiales para evitar retrasos en las partidas programadas y la producción del rendimiento, para culminar el proyecto en la fecha establecida.

Mano de obra: Debido a que este proyecto de mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051- Carabayllo, se está proponiendo como alternativa de prevención y protección del

alumnado, ya que al emplear el método en cuestión se estima un índice de vulnerabilidad calculado en función de las características de la estructura que más influye en su comportamiento sísmico, relacionándolo con un índice de daño (que a su vez depende de la acción del movimiento sísmico), en vista de estos requerimientos, se precisa de mano de obra con buen criterio, comprometida, especializada y/o calificada en todo sentido, principalmente en su respectiva área para materializar un trabajo correctamente realizado, sustentado en mediciones cuidadosas y/o procedimientos precisos.

Economía: El costo de estos materiales utilizados para la ejecución de este proyecto es accesible por ello se lo recomienda como alternativa, porque brinda la seguridad respectiva, satisfaciendo las necesidades y requerimientos del usuario, así mismo los tiempos para su ejecución son favorables.

Descripción del proyecto.

A continuación, se presenta la descripción de la secuencia de actividades que se realizaron para desarrollar la investigación, es decir la secuencia que se realizó para analizar la vulnerabilidad sísmica de la estructura ya existente. Pues bien, la secuencia de actividades realizadas y/o análisis del caso de estudio que hemos seleccionado para efectos de esta investigación que corresponde a la “Escuela Primaria – EL PROGRESO” ubicada en el Distrito de Carabayllo - Provincia y Departamento de Lima, se inicia con una exploración del subsuelo del terreno (asignado a la escuela en mención) mediante trabajos de campo a través de calicatas a cielo abierto ensayos de laboratorio estándar y especiales; trabajos en gabinete, en base a los cuales se definen los perfiles estratigráficos del subsuelo, sus principales características físicas y mecánicas y las propiedades de resistencia y deformación, los que nos condujeron a la determinación del tipo y

profundidad de cimentación, Capacidad Portante Admisible, y las recomendaciones generales, todo ello basado en la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

En ese sentido, las primeras actividades realizadas fueron:

- Reconocimiento del terreno.
- Ejecución de calicatas.
- Toma de muestras disturbadas.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los Trabajos de Campo y Laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Cálculo de Capacidad Portante Admisible.
- Análisis Químicos de Sales Agresivas al Concreto.

El terreno de la Escuela Primaria – EL PROGRESO se encuentra ubicado en Avenida Ignacio Prado N°218, distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima. El área en estudio encierra una superficie total de 3504.18 m². En cuanto al clima de la zona, es templado y húmedo. La temporada de invierno (junio a setiembre) se presenta con lloviznas y altos índices de humedad. La temperatura máxima que alcanza es de 30°C en la época verano, predominando en la estación invernal un clima ligeramente frío y nublado alcanzando sensaciones térmicas del orden de 12°C y bajas sensaciones térmicas debido a la humedad. Las precipitaciones no superan los 80 mm anuales.



Figura 29: Plano de Ubicación del Área de Estudio

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 30: Institución Educativa Primaria – 2051

Fuente: CJE Ingenieros SAC

➤ CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo a la información recaudada, en el área en estudio están construidos 3 pabellones de 02 niveles cada uno. Cada uno de ellos presenta un grado de deterioro en las bases de las columnas.



Figura 31: Estructura de 2 niveles, denominada Pabellón 03 – Escuela Primaria EL PROGRESO

Fuente: CJE Ingenieros SAC

En cuanto a sismicidad en la zona de estudio, las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis dinámico de la edificación son tomadas mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura. Entre los parámetros de sitio usados y establecidos por las Normas de Estructuras tenemos:

- **Zonificación (Z)**

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características esenciales de los movimientos sísmicos, la atenuación de estos con la distancia y la información geotécnica obtenida de estudios científicos. Para el presente estudio, la zona en la que está ubicada la Escuela Primaria – EL PROGRESO corresponde a la zona 4 y su factor de zona Z será 0.45.

- **Parámetros del Suelo (S)**

En este caso de estudio, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la norma E.0.30 de diseño sísmo resistente se considera que el perfil de suelo en esa zona es de tipo rígido (S1), el parámetro T_p asociado con este tipo de suelo es de 0.40 seg., y el factor de amplificación del suelo se considera $S = 1.0$

- **Factor de amplificación Sísmica (C)**

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} T < T_p \quad C &= 2,5 \\ T_p < T < T_L \quad C &= 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T > T_L \quad C &= 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Ecuación 4: Factor de amplificación sísmica

- **Categoría de las edificaciones (U)**

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, debido a que la edificación corresponde a la de tipo vivienda, la norma establece un factor de importancia $U = 1.5$, que es el que se tomará para este análisis.

- **Sistemas estructurales (R)**

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sísmo resistente predominante en cada dirección.

De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R).

Tabla 3

Parámetros Sísmicos

DENOMINACION	INDICADOR	VALOR
FACTOR DE ZONA	Z	0.45
FACTOR DE CATEGORIA	U	1.5
FACTOR DE SUELO	S	1
PERIODOS LIMITES CARACTERISTICOS DEL TIEPO DE SUELO	T _P	0.4
	T _L	2.5

Fuente: CJE Ingenieros SAC

❖ INVESTIGACIONES REALIZADAS

➤ CALICATAS O POZOS DE EXPLORACION

Se realizó (01) una calicata o pozo de exploración “a cielo abierto” con herramientas manuales, designado como C-1. Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural.

Los suelos encontrados en el área de estudio están constituidos por dos estratos bien definidos, el estrato superficial se observó la presencia de material rocoso con material suelto, fácil de desprender. El segundo estrato se observó material gravoso con presencia de suelos fino suelto húmedo.

Los estratos encontrados se describen a continuación:

Calicata C-1

✓ De 0.00 a 1.30m

Grava limosa con poca presencia de humedad, color marrón tipo beige y consistencia suelta, no presenta cohesión. Presencia de piedras grandes, con 30cm de diámetro aproximadamente. Clasificación SUCS tipo GM

✓ De 1.30 a 2.00m

Grava bien graduada con limo con poca presencia de humedad, color marrón tipo beige y de consistencia suelta sin cohesión. Presencia de piedras grandes, con 50cm de diámetro aproximadamente. Clasificación SUCS tipo GW-GM



Figura 32: Identificación y reconocimiento de calicata C-1

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 33: Identificación de calicata C-1

Fuente: CJE Ingenieros SAC

➤ **MUESTREO Y REGISTRO DE EXPLORACIONES**

Se tomó una muestra representativa de los estratos atravesados en la calicata C1 en cantidades suficientes para realizar los ensayos:

- Clasificación de la muestra de suelo
- Análisis Químicos: contenido de sales, cloruros, sulfatos y PH.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de exploraciones, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, etc.



Figura 34: Exploración de la Calicata C-1

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 35: Registro e identificación de estratos que conforman el subsuelo

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Los ensayos de laboratorio estándar, especiales y análisis químicos fueron realizados en el Laboratorio geotécnico JBO Ingenieros S.A.C. siguiendo las normas de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.).



Figura 36: Obtención e identificación de la muestra para ensayos de laboratorio

Fuente: CJE Ingenieros SAC

✓ Ensayos Estándar

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
- Limite liquido ASTM D4318
- Limite Plástico ASTM D4318
- Contenido de Humedad ASTM D2216
- Análisis Químicos de sales, sulfatos, cloruros y PH.

✓ Ensayos Especiales

Se realizaron los siguientes ensayos:

- En una muestra de la calicata C-1 de una profundidad de 1.80– 2.00 se realizó el ensayo de Corte Directo ASTM D-3080.
- En una muestra de la calicata C-1 de una profundidad de 1.30– 2.00, se realizaron análisis químicos.

➤ *ANALISIS DE LA CIMENTACION*

La capacidad portante del terreno ha sido evaluada de conformidad con los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio; para el caso de cimentarse las zapatas, estas se fundarán en el estrato inferior, en un suelo de clasificación SUCS tipo (GW-GM); Se recomienda el uso cimentación superficial mediante zapatas cuadradas o rectangulares, las mismas que podrán ser conectadas dependiendo del criterio del requerimiento estructural, principalmente para lograr una buena competencia sísmica.

✓ PROFUNDIDAD Y TIPO DE CIMENTACION

Analizando los perfiles estratigráficos, los resultados de los ensayos de laboratorio y considerando las características estructurales del proyecto, las cimentaciones serán superficiales, del tipo de zapatas aisladas desplantados en grava limosa (GM), a partir de la profundidad promedio de 1.20m, medida desde el nivel de terreno natural.

✓ CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área estudiada. Para tal efecto, se ha utilizado el criterio de Terzaghi-Peck (1967), modificado por Vesic (1973), según el cual la capacidad última de carga se expresa por la siguiente ecuación:

Para zapatas cuadradas conectadas:

$$q_{ult} = S_c * c * N_c + S_q * \gamma * D_f * N_q + 0.5 * S_\gamma * \gamma * B * N_\gamma$$

Ecuación 5: Calculo de la capacidad portante del suelo

Siendo la capacidad admisible de carga:

$$q_{adm} = q_{ult}/FS$$

Donde:

FS = Factor de seguridad = 3

N_c, N_q, N_γ = Factores de Capacidad de Carga

S_c, S_q, S_γ = Factores de Forma

γ = Peso unitario del Suelo (Ton/m³)

D_f = Desplante de la cimentación (m)

B = Ancho de la cimentación (m)

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos realizados en la muestra extraída de la calicata:

Tabla 4

Resultados del Ensayo de Corte Directo

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Ys (g/cm ³)	SUCS	C (kg/cm ²)	Ø (*)
C-1	M-1	1.80 - 2.00	2.008	GW-GM	0.05	35.1

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Se realizan los cálculos con los resultados de la muestra M-1.

○ **FALLA POR CORTE**

Considerando zapatas cuadradas conectadas de ancho B=1.50m y un nivel de desplante

Df=1.20m, se obtiene:

$$q_{ult} = S_c * c * N_c + S_q * \gamma * D_f * N_q + 0.5 * S_\gamma * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_{ult} = 58.64 \text{Ton/m}^2$$

Ecuación 6 Falla por corte

Siendo la capacidad admisible de carga:

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{3} = 1.95 \text{kg/cm}^2$$

Donde:

$$\begin{array}{lll} N_c = 20.87 & N_q = 10.78 & N_\gamma = 11.03 \\ S_c = 1.52 & S_q = 1.47 & S_\gamma = 0.6 \end{array}$$

○ *FALLA POR ASENTAMIENTO*

El diseño de una cimentación, requiere una seguridad razonable respecto a la resistencia por corte y a los asentamientos admisibles en la presión adoptada.

Expresión para el cálculo del asentamiento:

$$\Delta = \frac{B * q_{adm} * (1 - \mu^2) * I_f}{E_s}$$

Donde:

Δ = Asentamiento (cm)

B = Ancho de la cimentación (m)

μ = Relación de Poisson

E_s = Modulo de Elasticidad (kg/cm²)

I_f = Factor de Forma (cm/m)

Ecuación 7: Falla por asentamiento

Con los resultados del Ensayo de Compresión Triaxial realizado a la M-2 de la calicata C-2, se obtienen los siguientes resultados:

$$\mu = 0.20$$

$$E_s = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta = \frac{B * q_{adm} * (1 - \mu^2) * I_f}{E_s} = 0.05cm$$

$$\Delta = 0.26cm \leq 2.54cm$$

✓ CAPACIDAD ADMISIBLE

La Capacidad portante para diseño se tomará el menor valor de los dos valores obtenidos:

$$q_{adm} = 1.95kg/cm^2$$

✓ CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Se procede a calcular el asentamiento diferencial con el método de la Distorsión Angular (α), según la Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones:

$$\alpha = \frac{\delta}{L} = \frac{1}{500}$$

Que corresponde al límite seguro para edificaciones donde no se permiten grietas. Si consideramos distancia entre columnas ($L=500cm$), obtenemos:

$$\delta = 1.00cm$$

➤ *PARAMETROS GEOTECNICOS*

En el proceso de perforaciones de las calicatas, no se observaron problemas de inestabilidad en las paredes por el efecto de arco que se producen en este tipo de excavaciones a tajo abierto, tampoco se han observado zonas con suelo saturado.

En la obra deberán de tomarse todas las precauciones debidas para proteger las paredes de las excavaciones para las cimentaciones en general, mediante entibaciones y/o calzaduras con la finalidad de proteger al personal de obra, técnicos, como de administración de la

obra, evitar daños a terceros conforme lo indica la norma técnica de edificaciones E-050.

De acuerdo a su investigación, el valor del coeficiente de empuje activo sísmico K_{as} puede calcularse como:

$$K_{as} = K_a + 3/4k_h$$

Ecuación 8: Coeficiente de empuje activo sísmico K_{as}

Donde:

K_{as} : Coeficiente de empuje activo en caso de sismo

K_a : Coeficiente de empuje activo estático

K_h : Coeficiente sísmico horizontal

El punto de aplicación del resultante debe de modificarse para tomar en cuenta el efecto real del sistema suelo muro en la siguiente ecuación planteada por Prakash y Basavanna.

Presión Activa por sismo: 0.6 de H desde la base del muro.

Presión Estática activa a 0.33 de H.

$$K_{ps} = 0.85K_p$$

Ecuación 9: Ecuación Prakash y Basavanna.

- ✓ *Parámetros de Cálculo para estructuras de Sostenimiento*
- **Estado activo:** Se identifica con un desplazamiento menor del muro en el sentido contrario al del banco de tierra que contiene, por lo que se determina el valor del coeficiente activo de presión de tierra como:

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

- **Estado Pasivo:** Se identifica con la resistencia del banco de tierra cuando es empujado por el muro, al contrario del caso activo, en este caso el desplazamiento es considerablemente mayor su valor se determina por:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

Con los resultados de los ensayos de laboratorio y expresiones descritas, tenemos el siguiente cuadro resumen para el cálculo de Estructuras de Sostenimiento:

Tabla 5

Parámetros de Cálculo para Estructuras de Sostenimiento

Descripción	SIMBOLO	C-1
Peso unitario del suelo (g/cm ³)	Ys	2.008
Angulo de Fricción (*)	ϕ	35.1
Cohesión (kg/cm ²)	C	0.05
Coefficiente Activo Estático	Ka	0.27
Coefficiente Pasivo Estático	Kp	3.71
Coefficiente Pasivo Dinámico	Kps	3.15

Fuente: CJE Ingenieros SAC

➤ **ANALISIS QUIMICO**

De los resultados obtenidos del ensayo de Análisis Químicos realizados en la muestra representativa, correspondiente a la calicata C-1 a una profundidad de 3.00m, se tiene:

Sales Solubles Totales (ppm) =	12933
Cloruros como ión Cl ⁻ (ppm) =	5323
Sulfatos con ión SO ₄ (ppm) =	5653

Estos valores determinan que existe agresividad severa al concreto debiéndose utilizar Cemento Portland Tipo V, en los elementos en contacto con el terreno, además la norma de Concreto Armado recomienda un valor mínimo de resistencia $f'c > 310\text{kgf/cm}^2$. Por otro lado, el contenido Sales solubles y Cloruros presentan valores altos, por lo tanto, deberá tomarse medidas de protección en los elementos de cimentación y de manera genérica en los elementos en contacto con el terreno.

La planificación se transformó en un punto importante al inicio de la realización de la obra a través de ello se permitió el cumplimiento del tiempo programado y cronograma de actividades, teniendo en claro la integración del proyecto que le dio un entramado en cada uno de los pasos para la entrega final, a cada integrante del equipo técnico se le definió su labor con los objetivos claros, a desarrollar acorde con tiempos y recursos establecidos para alcanzar la conformidad del cliente en cuanto al tiempo de entrega establecido, como también el compromiso del equipo técnico de trabajo.

Planteamiento del proyecto:

En esta etapa inicial el Ing. Maycol Carrillo Velásquez trasmite y describe los recursos de los cuales se debe partir como inicio a todo el equipo técnico (terreno, construcción existente, presupuesto asignado, tiempo de ejecución, etc.), también realiza un estudio de las necesidades del cliente y de acuerdo a su capacidad profesional, establece los objetivos trazados en el MEJORAMIENTO DEL METODO BENEDETTI PETRINI EN EL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA Y SU APLICACIÓN EN LA INSTITUCION EDUCATIVA 2051 – CARABAYLLO . LIMA 2020, con un área total de 3504.18 m^2 , ubicada en Avenida Ignacio Prado N°218, distrito de Carabayllo, provincia y

departamento de Lima, en comunicación con el equipo de trabajo se logró transmitir la secuencia de actividades cumpliendo las normas de seguridad y salud en el trabajo, previa coordinación para la ejecución de las partidas más importantes o prioritarias.

Factores de funcionalidad.

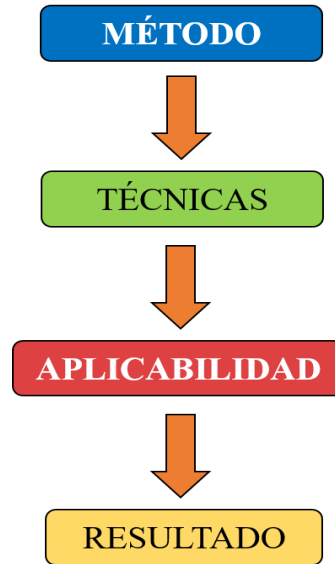


Figura 37: Planteamiento del proyecto

Inspección del sitio

Fue realizado y desarrollado por el Ing. Residente Maycol Carrillo Velásquez, el Bachiller Héctor Cochón quienes se encargaron de la supervisión del proyecto y los dos colaboradores técnicos en construcción quienes realizaron los respectivos ensayos de esclerometría , indicando como se relacionaba un elemento con otro y su estado actual, procediendo inmediatamente después al análisis basado en el método de Benedetti Petrini y estimando el índice de vulnerabilidad sísmica y el respectivo índice de daño, el cual cabe mencionar dependía de la acción del movimiento sísmico sobre las estructuras de la institución educativa. Para realizar el monitoreo de los pabellones cuyos elementos

estructurales si iban a ensayar, se siguió el siguiente esquema de la escuela primaria EL PROGRESO 2051:

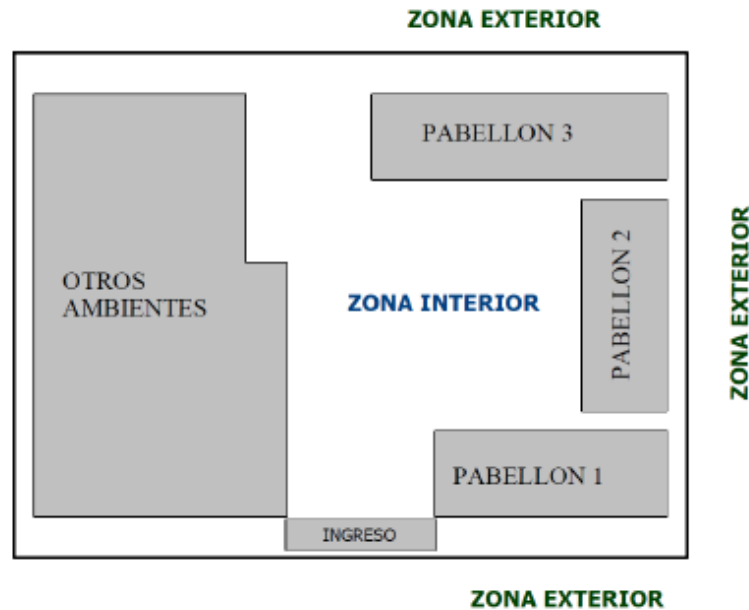


Figura 38: Representación esquemática de la Escuela Primaria 2051

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Especificaciones Técnicas.

El desarrollo de la corroboración y parte operativa del proyecto de interés social educativo fue realizado a través de mi persona bajo el cargo de asistente cuya función era realizar trazo y replanteo para el seguimiento esquemático, identificar los elementos estructurales para ser sometidos a *ensayos no destructivos*, corroborar medidas, supervisar la realización del muestreo, entre otros.

Para este trabajo de investigación también se hizo una visita de reconocimiento de las estructuras existentes de la Escuela Primaria – EL PROGRESO , con la finalidad de realizar ensayos de esclerometría y escaneo para caracterizar la calidad del concreto en las columnas que conforman la estructura e identificación del esfuerzo.

✓ *Esclerometría*

Previamente a este ensayo, que se emplea principalmente como método de comprobación para verificar la homogeneidad en la resistencia de un concreto endurecido, se realizó un mapeo superficial con un escáner de refuerzo, para liberar las zonas congestionadas con refuerzo y así poder ensayar solamente sobre el concreto.



Figura 39: Proceso de escaneo y/o identificación de los refuerzos longitudinal y transversal de vigas y columnas

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 40: Trazado para la identificación de refuerzo longitudinal y transversal

Fuente: CJE Ingenieros SAC



Figura 41: Proceso de Pulido y Limpieza en la zona libre de incidencia de varillas o estribos con la piedra abrasiva (preparación de superficie)

Fuente: CJE Ingenieros SAC

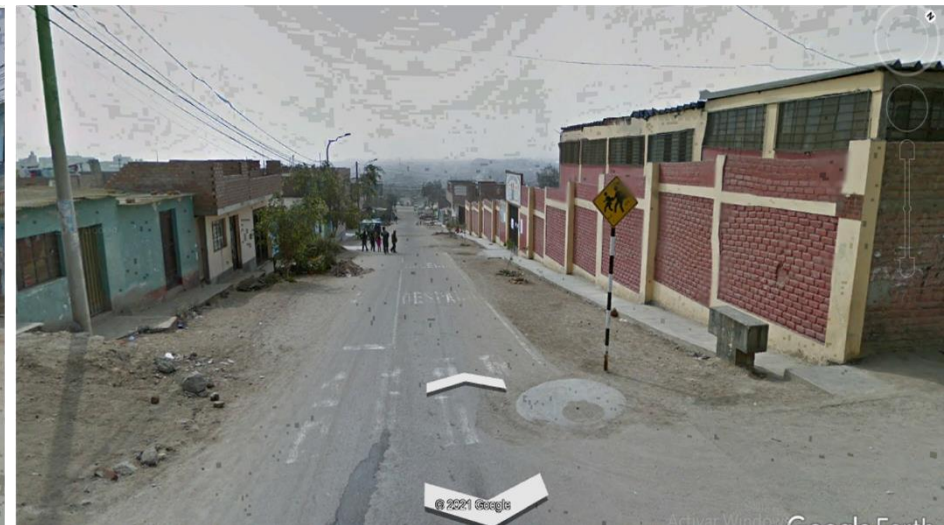
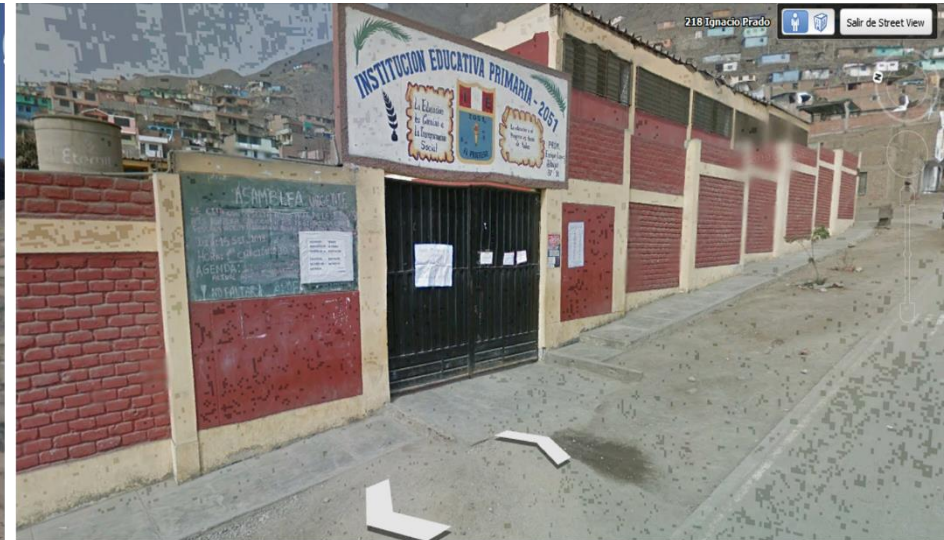
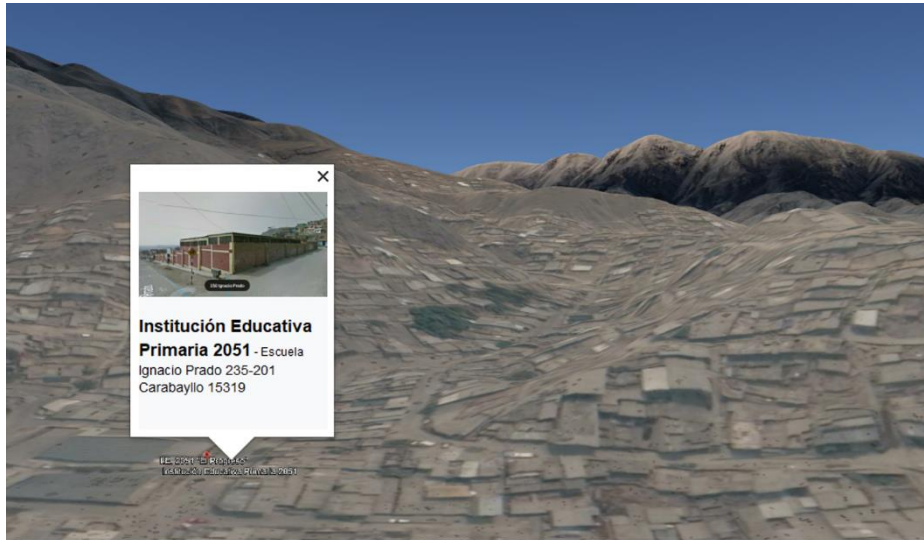


Figura 42: Institución Educativa EL PROGRESO 2051 - Carabayllo

Programación de ejecución.

La programación del mejoramiento del Método de Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo, Lima 2020, estuvo ejecutada por el Ing. Jesús Huancahuari Guzmán, con la finalidad de lograr un adecuado proceso del proyecto y evitar retrasos durante su ejecución, quien mediante las especificaciones técnicas coordinó el tiempo de las actividades que se desarrollaron mediante el diagrama Gantt analizando la ruta crítica para minimizar los posibles contratiempos que se presenten.

Fueron 5 personas las que participaron de la realización del mejoramiento del Método de Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo. Lima 2020, ubicada en Avenida Ignacio Prado N°218, distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima.

Secuencia lógica del mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la escuela primaria EL PROGRESO 2051

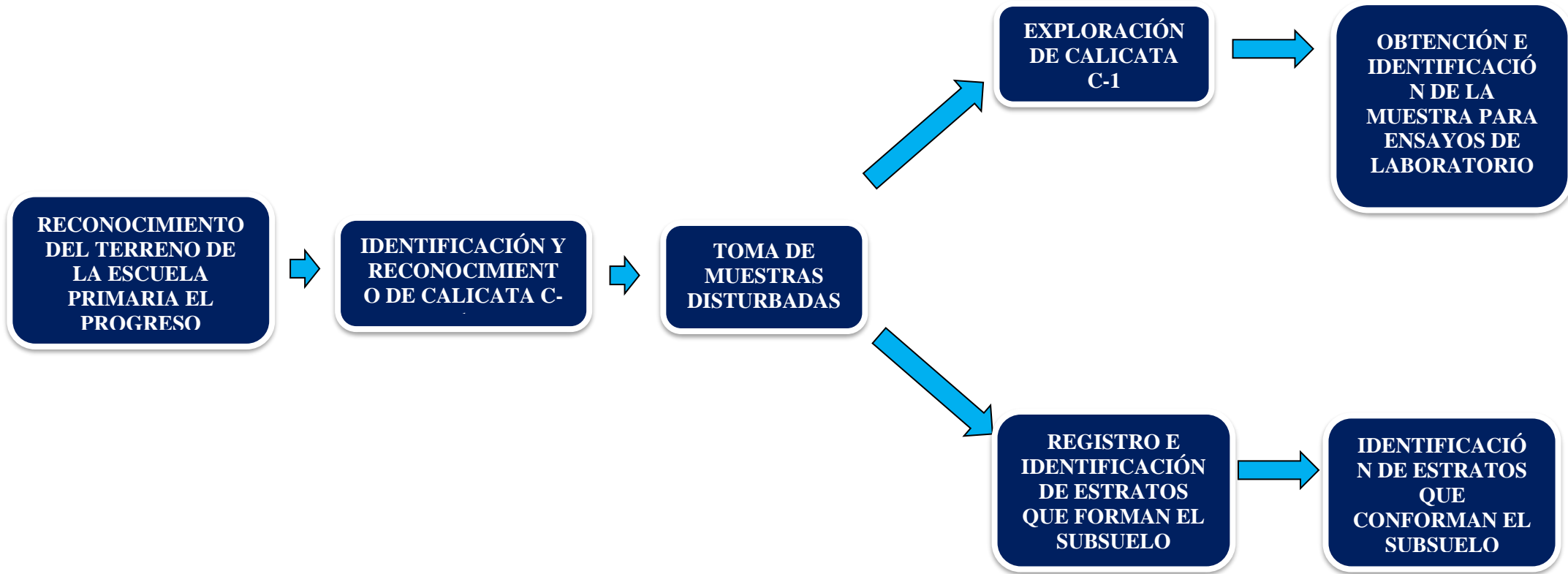


Figura 43: Secuencia lógica de programación del proyecto.



Figura 44: Secuencia lógica de programación del proyecto.

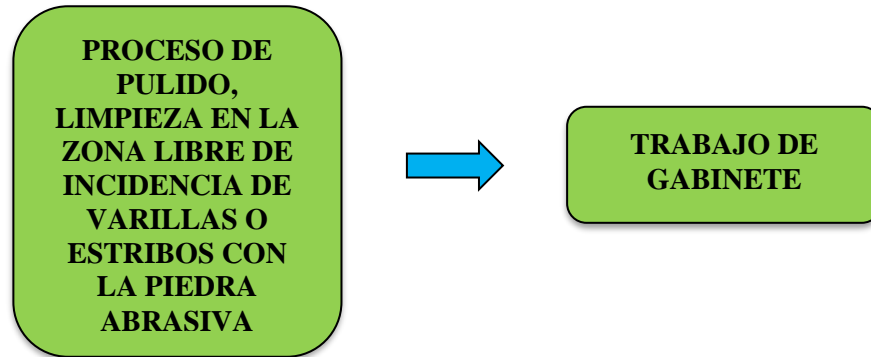


Figura 45: Secuencia lógica de la programación del proyecto.

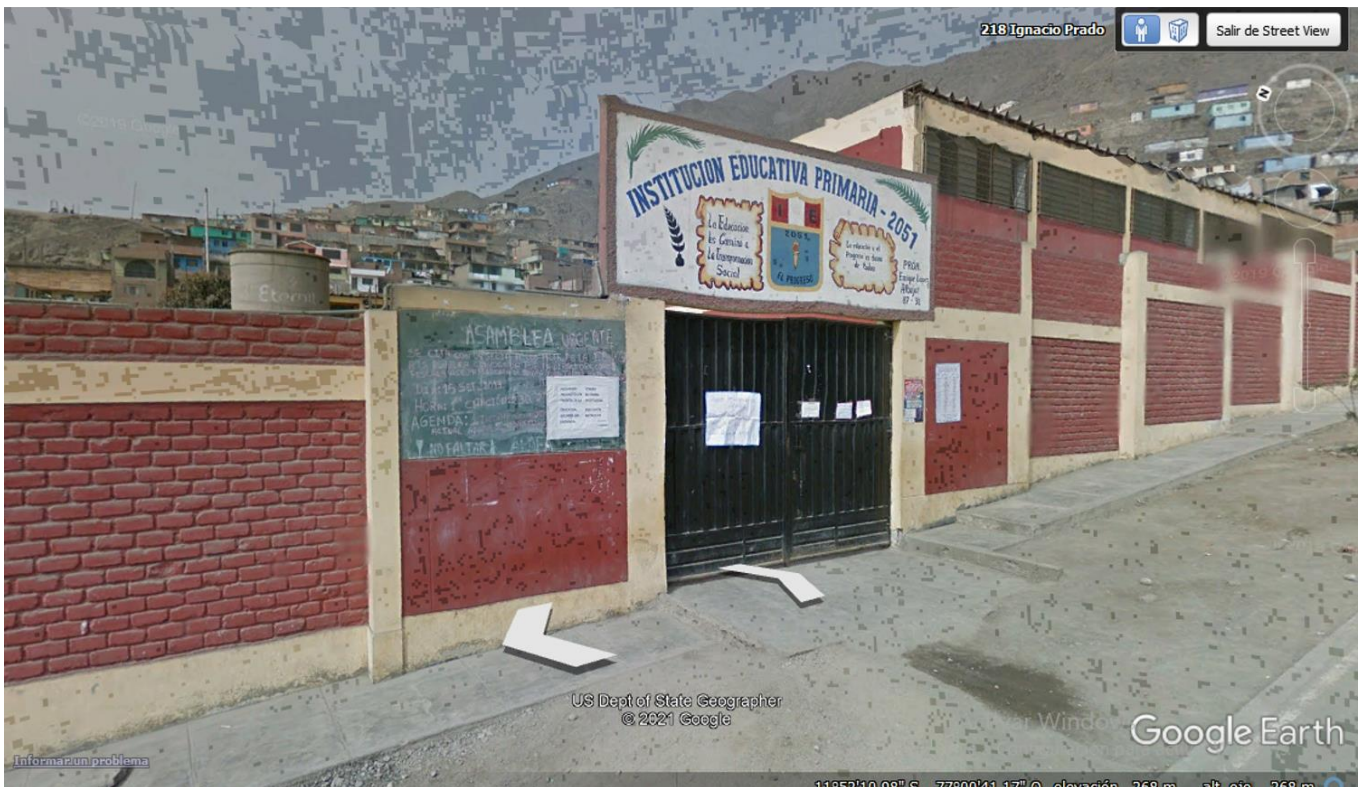


Figura 46: Ubicación del proyecto

Información General del Proyecto de Mejoramiento del Método Benedetti Petrini aplicado a la IE 2051 EL PROGRESO - CARABAYLLO

Cliente: Escuela Primaria 2051 “EL PROGRESO”

Gerencia de Proyecto: CRCZ INVERSIONES EIRL

Costo de Ejecución: S/. 3,693.35

Plazo de ejecución: 6 días

Forma de pago: valorizaciones semanales, adelanto de obra (20%).

Ubicación del proyecto: Av. Ignacio Prado N°218, distrito de Carabayllo, provincia y departamento de Lima.

Área del terreno: 3504.18 m².

Proyecto: Mejoramiento del Método Benedetti Petrini aplicado a la Escuela Primaria 2051 EL PROGRESO



Figura 47: Institución Educativa 2051 “EL PROGRESO”



Figura 48: Trabajo de campo.



Figura 49: Trabajo de campo.

Ejecución del proyecto.

El control de la productividad del proyecto estaba monitoreado por el Ing. Jesús Huancahuari Guzmán , para así poder analizar la secuencia del cronograma de actividades y poder plantear soluciones en caso surgieran inconvenientes durante la ejecución del proyecto.

La primera fase del trabajo de campo lo cual implicó reconocimiento del terreno de la escuela primaria 2051, identificación de calicata C-1, toma de muestras disturbadas , ejecución de ensayos de laboratorio, también ensayo de esclerometría en la escuela primaria 2051 a elementos estructurales vigas y columnas, proceso de escaneo, proceso de trazado , proceso de pulido, cuyas funciones las desempeñaron el equipo técnico a cargo en campo, recopilando data que luego fue procesada en gabinete con ayuda de mi persona bajo el cargo de asistente de campo.

La continuación de las actividades fueron principalmente procesamiento de data para realizar una valoración final del índice de vulnerabilidad sísmica utilizando el método de Benedetti Petrini convencional y el modificado u optimizado.

Toda esta secuencia de actividades se desarrolló bajo la supervisión y alcances técnicos de mi persona previa coordinación con el ing. residente del proyecto.

Metrado de partidas.

Actividad que realicé como parte de mis funciones dentro del equipo técnico cabe distinguir que tuve ciertas complicaciones con el metrado en algunas partidas , las cuales fueron despejadas por el Ing. Maycol Carrillo Velásquez , quien me apoyo mucho durante mi participación en el proyecto.

Los costos directos e indirectos para la realización del presupuesto, así como para la compra de los materiales fueron verificados por el Ing. Jesús Huancahuari Guzmán.

El presupuesto es el resultado más exacto en la ejecución del proyecto el cual incide de manera directa en los materiales, mano de obra, equipos y rendimiento durante el desarrollo del procedimiento constructivo.

Teniendo el metrado pudimos organizar el grupo de trabajo para la realización de las partidas y ejecución del proyecto también poder culminarlo dentro de la fecha establecida, respetando las normas de seguridad así mismo las del impacto ambiental.

Tácticas empleadas en beneficio del proyecto



Figura 50: Tácticas empleadas en obra por el equipo técnico

Relación interpersonal asertiva: la coordinación eficiente de trabajo durante la ejecución del proyecto fue vital pues a través de ella se pudo establecer cronogramas,

fases, cuadrillas de trabajo, inducción de seguridad, poder dar soluciones a los diferentes imprevistos que se presentaron en el proyecto de manera asertiva y con solvencia.

Responsabilidad del Equipo Técnico: el equipo de trabajo de CRCZ

INVERSIONES EIRL, demostró responsabilidad, capacidad, eficiencia y eficacia durante todo el proyecto, la amplia experiencia de los líderes sirvió de apoyo para mitigar y hacer de esta implementación de este sistema constructivo algo dinámico, debido a que para mi persona en el cargo de asistente era una oportunidad para nutrir más mis conocimientos.

Instrucción: a través del proyecto mejoramiento del método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo, se logró desarrollar habilidades dinámicas con lo cual se logra identificar el rendimiento de la productividad y los tiempos establecidos durante el proceso en obra.

Recursos y/o elementos apropiados: El mejoramiento y utilización del estudio de la mecánica de suelos en el terreno asignado para la Escuela Primaria EL PROGRESO, así como también la utilización del ensayo de esclerometría en elementos estructurales de dicha escuela seleccionados pertinentemente, para la obtención de resultados más precisos del índice de vulnerabilidad sísmica y así prever y/o proteger con ello a los niños de ese plantel, dieron una motivación adicional al personal operativo debido a la interesante propuesta, así mismo la solidez y seguridad que trasmite la obra al trabajar cada uno de los elementos estructurales en conjunto tal y como fueron seleccionados en el levantamiento de información.

Control permanente del proyecto: la asistencia regular a reuniones para debatir los diferentes aspectos del proyecto, nos brindó un mejor enfoque en cuanto a la ejecución

identificando problemas, riesgos y responsabilizar a los miembros del equipo a cumplir con los resultados programados.

Finalización del proyecto.

La fase final o culminación de las etapas del proyecto se realizaron con la total conformidad del cliente así mismo la satisfacción por parte del equipo técnico que ejecutó el proyecto y el agradecimiento al personal de trabajo que se comprometió desde un inicio para lograr el cierre dentro de los plazos establecidos.

- Desde lo técnico verificar que todas las actividades hayan culminado, sin observaciones, por completo.
- Desde lo administrativo que constatar ausencia de costes adicionales que generen eventualidades indeseadas en la finalización del proyecto.

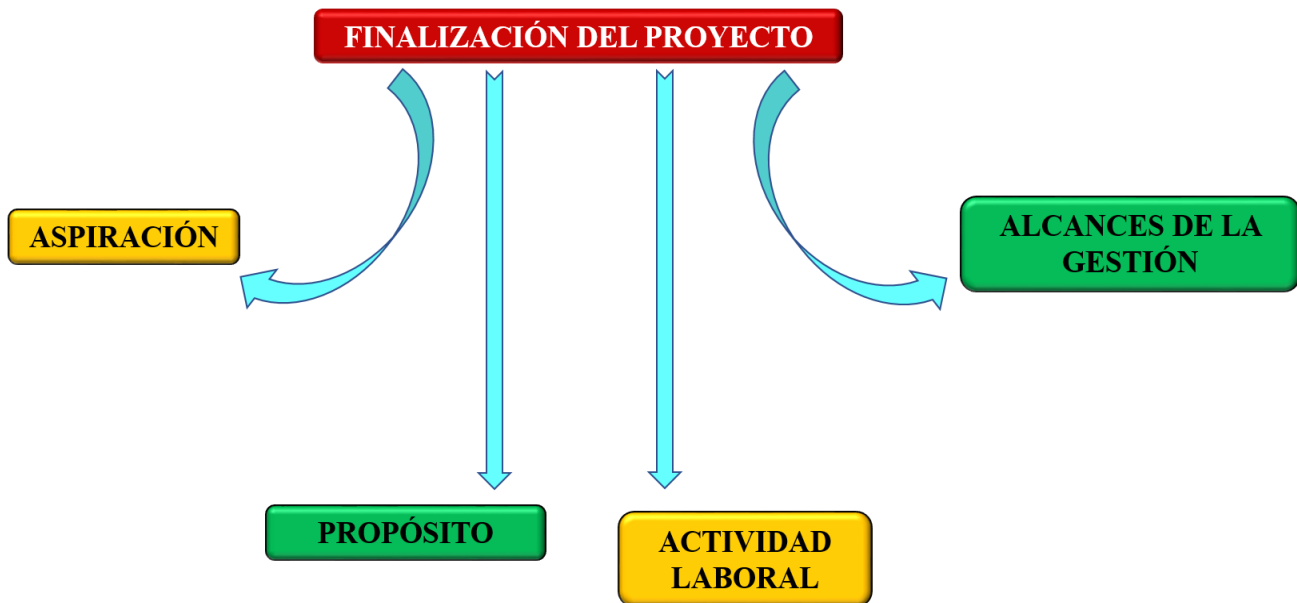


Figura 51: Elementos para la finalización del proyecto.

Aspiración: con la realización de este proyecto se buscó lograr un mejor costo/beneficio al implementar este mejoramiento del método Benedetti Petrini; cabe

mencionar a título personal que fue una experiencia muy nutritiva para mi carrera profesional participar y/o formar parte del equipo técnico.

Propósito: mediante la previa evaluación del proyecto, se pudieron definir los diferentes parámetros relacionados al método convencional y al método optimizado, y así poder diferenciarlos establecer una estimación mas adecuada a la realidad de la escuela 2051.

Actividad laboral: capital clave y fundamental de la empresa, es el personal colaborador, con el cual se pudo armar el grupo de trabajo y definir una política de personal para proyectos futuros.

Alcances de la Gestión: nos otorga una idea clara de cuan acertada ha sido la gestión de actividades y la respuesta del personal de trabajo en cuanto al plazo de ejecución del proyecto.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

La experiencia adquirida en la participación de diferentes proyectos en los cuales pude desarrollar habilidades, aprender el trabajo en equipo, así como también proponer alternativas de solución gracias a la formación académica en la facultad de ingeniería civil, de la Universidad Privada del Norte, me dieron las herramientas para realizar eficientemente las funciones que se me encomendaban.

Logro de los objetivos:

El primer objetivo trazado durante la ejecución del proyecto se logró al determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabaylo, utilizando el método convencional de Bendetti Petrini, ya que con ello pudimos determinar el nivel de degradación de los elementos estructurales, para este caso particular resultó un valor numérico de 177.50 , el cual al ser evaluado en tabla de rangos de valor Benedetti – Petrini , correspondió al índice de vulnerabilidad sísmica media (VM) , lo cual indica que representa un nivel moderado de degradación de los elementos estructurales, de acuerdo a este análisis se asumiría que la estructura no presenta daños severos que comprometan su estabilidad física.

✧ RESULTADOS DE ENSAYOS

Tabla 6

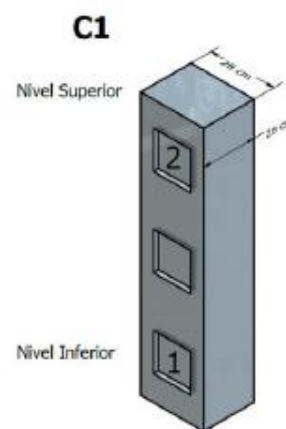
C-1 Pabellón 1 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	*22
Lectura 2	26
Lectura 3	26
Lectura 4	24
Lectura 5	26
Lectura 6	28
Lectura 7	26
Lectura 8	26
Lectura 9	24
Lectura 10	*30
PROM.	25.75
D.E	1.28
C.V	5.0%

Tabla 7

Columna Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula

Cuadrícula 2	Golpes
Lectura 1	36
Lectura 2	36
Lectura 3	38
Lectura 4	38
Lectura 5	36
Lectura 6	36
Lectura 7	32
Lectura 8	36
Lectura 9	36
Lectura 10	38
PROM.	36.20
D.E	1.75
C.V	4.8%



XX* : lectura eliminado para el calculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 52: Ensayo de Esclerometría – Columna 1

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 8

Ensayo de Esclerometría – Columna 1

Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Columna 1	Pabellón 1	>28	2	31.0	211	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Notas:

Norma de ensayo: **ASTM C 805**

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 9

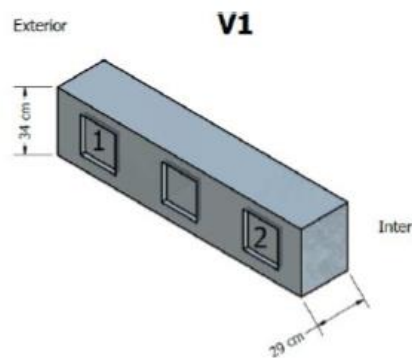
V-1 Pabellón 1 Dirección de impacto, Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	34
Lectura 2	34
Lectura 3	34
Lectura 4	*36
Lectura 5	34
Lectura 6	32
Lectura 7	30
Lectura 8	*28
Lectura 9	30
Lectura 10	34
PROM.	32.75
D.E	1.83
C.V	5.6%

Tabla 10

Viga Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula

Cuadrícula 2	Golpes
Lectura 1	34
Lectura 2	34
Lectura 3	36
Lectura 4	32
Lectura 5	32
Lectura 6	32
Lectura 7	*28
Lectura 8	36
Lectura 9	34
Lectura 10	36
PROM.	34.00
D.E	1.73
C.V	5.1%



XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 53: Ensayo de Esclerometría – Viga 1

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 11

Ensayo de Esclerometría – Viga 1

Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Viga 1	Pabellón 1	>28	2	33.4	235	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 12

C-2 Pabellón 1 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	30*
Lectura 2	36
Lectura 3	36
Lectura 4	*32
Lectura 5	36
Lectura 6	36
Lectura 7	36
Lectura 8	30
Lectura 9	36
Lectura 10	36
PROM.	35.25
D.E	2.12
C.V	6.0%

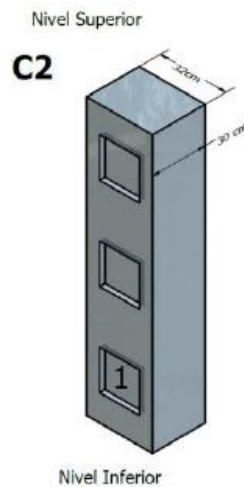


Figura 54 : Columna Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 55: Ensayo de Esclerometría – Columna 2

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 13

Ensayo de Esclerometría – Columna 2

Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Columna	Pabellón 2	>28	2	35.3	265	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

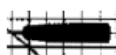
Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 14

V-2 Pabellón 2 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	32
Lectura 2	38
Lectura 3	38
Lectura 4	38
Lectura 5	34
Lectura 6	36
Lectura 7	38
Lectura 8	*40
Lectura 9	36
Lectura 10	36
PROM.	36.22
D.E	2.11
C.V	5.8%

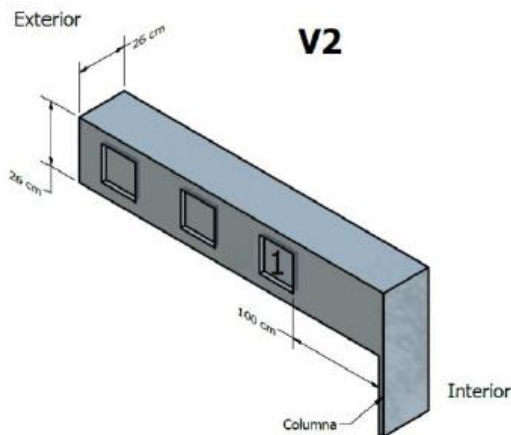


Figura 56: Viga Estructural – recubrimiento de 1.5 cm en la cuadrícula

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 57: Ensayo de Esclerometría – Viga 2

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 15

Ensayo de Esclerometría – Viga 2

Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Viga 2	Pabellón 2	>28	2	36.2	280	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

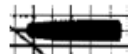
Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 16

C-3 Pabellón 3 Dirección de impacto , horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	30
Lectura 2	28
Lectura 3	28
Lectura 4	30
Lectura 5	26
Lectura 6	30
Lectura 7	*34
Lectura 8	26
Lectura 9	30
Lectura 10	30
PROM.	28.67
D.E	1.73
C.V	6.0%

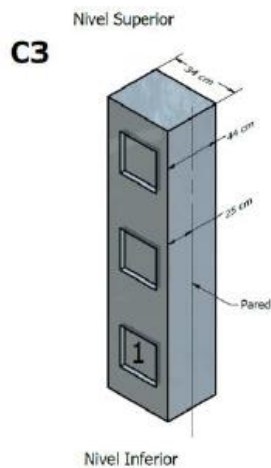


Figura 58: Columna Estructural – recubrimiento de 4.5 cm en la cuadrícula

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 59: Ensayo de Esclerometría – Columna 3

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 17

Ensayo de Esclerometría – Columna 3

Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Columna 3	Pabellón 3	>28	2	28.7	186	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

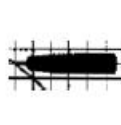
Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 18

V-3 Pabellón 3 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	34
Lectura 2	34
Lectura 3	36
Lectura 4	32
Lectura 5	34
Lectura 6	30
Lectura 7	32
Lectura 8	34
Lectura 9	36
Lectura 10	34
PROM.	33.60
D.E	1.84
C.V	5.5%

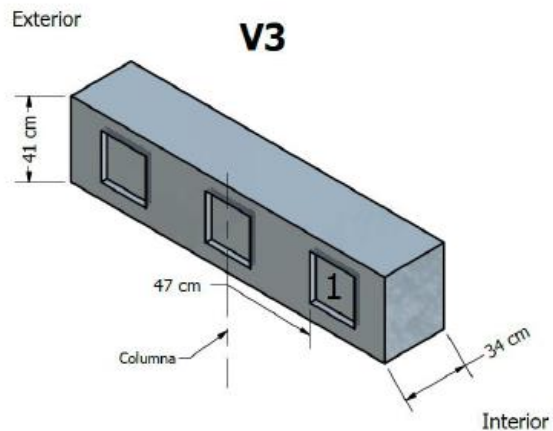


Figura 60: Viga Estructural – recubrimiento menor a 1 cm en la cuadrícula

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 61: Ensayo de Esclerometría – Viga 3

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 19

Ensayo de Esclerometría – Viga 3

identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Viga 3	Pabellón 3	>28	2	33.6	245	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Notas:

Norma de ensayo: **ASTM C 805**

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 20

C-4 Pabellón 3 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	22
Lectura 2	22
Lectura 3	18*
Lectura 4	22
Lectura 5	24
Lectura 6	24*
Lectura 7	24*
Lectura 8	22
Lectura 9	20
Lectura 10	28*
PROM.	22.00
D.E	1.26
C.V	5.7%

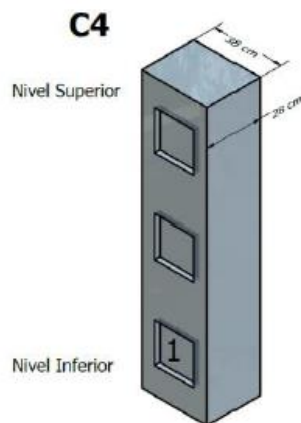


Figura 62: Columna Estructural – se retiró el tarrajeo en las zonas a ensayar , observando un recubrimiento excesivo de 6 cm en la cuadrícula

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 63: Ensayo de Esclerometría – Columna 4

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 21

Ensayo de Esclerometría – Columna 4

identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Columna 4	Pabellón 3	>28	2	22.0	108	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 22

V-4 Pabellón 3 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	38
Lectura 2	36
Lectura 3	*40
Lectura 4	34
Lectura 5	36
Lectura 6	36
Lectura 7	36
Lectura 8	36
Lectura 9	36
Lectura 10	*40
PROM.	36.00
D.E	1.07
C.V	3.0%

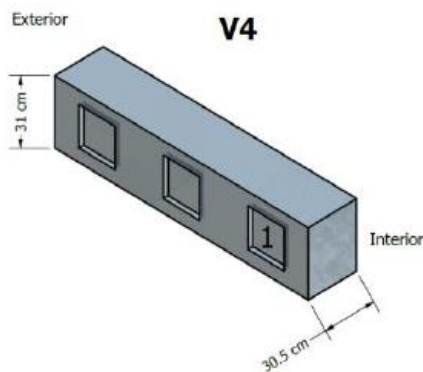


Figura 64: Viga Estructural – se observa un recubrimiento de 1 cm en la cuadrícula

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 65: Ensayo de Esclerometría – Viga 4

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 23

Ensayo de Esclerometría – Viga 4

identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Viga 4	Pabellón 3	>28	2	36.0	275	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Tabla 24

C-5 Pabellón 1 Dirección de impacto , Horizontal (2)

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	*24
Lectura 2	22
Lectura 3	26
Lectura 4	22
Lectura 5	22
Lectura 6	22
Lectura 7	16
Lectura 8	24
Lectura 9	20
Lectura 10	20
PROM.	21.56
D.E	1.79
C.V	12.9%

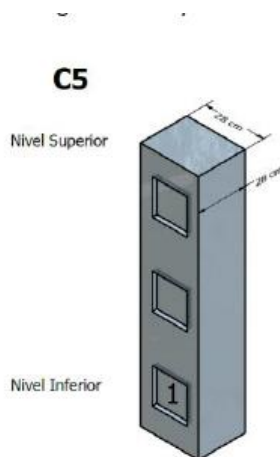


Figura 66: Columna Estructural – Se observa desprendimiento del concreto y oxidación de los refuerzos longitudinales y transversales. Columna crítica

XX* : lectura eliminado para el cálculo del promedio

D.E : Desviación estándar de todos los valores de la muestra , en las unidades correspondientes

C.V : Coeficiente de variación de la muestra , expresado en porcentaje (%)



Figura 67: Ensayo de Esclerometría – Columna 5

Fuente: CJE Ingenieros SAC

Tabla 25

Ensayo de Esclerometría – Columna 5

Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de Impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm ²)	Descripción
Columna 5	Pabellón 1	>28	2	21.6	98	Superficie escarificada

Fuente: CJE Ingenieros SAC

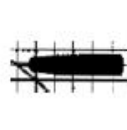
Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

➤ **Cálculo del índice de vulnerabilidad utilizando el método convencional de Benedetti Petrini**

• **Organización del sistema resistente**

a. Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma española para la construcción sismo-resistente, específicamente del apartado 4.1 de dicha norma.

b. Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre o de adaraja en los muros, capaces de transmitir acciones cortantes verticales.

(Valoración otorgada)

c. Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.

d. Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

• **Calidad del sistema resistente**

a. Mampostería en ladrillo o bloques prefabricados de buena calidad. Mampostería en piedra bien cortada, con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. Presencia de ligamento entre las piezas.

b. Mampostería en ladrillo, bloques o piedra bien cortada, con piezas bien ligadas más no muy homogéneas en toda la extensión del muro. (Valoración otorgada)

c. Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento.

- **Posición del edificio y de la cimentación**

- a. Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- b. Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- c. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- d. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. (Valoración otorgada)

- **Diafragmas horizontales**

- a. Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones:

- i. Ausencia de planos a desnivel.
 - ii. La deformabilidad del diafragma es despreciable.
 - iii. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- b. Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.
 - c. Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2. (Valoración otorgada)
 - d. Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

• **Configuración planta**

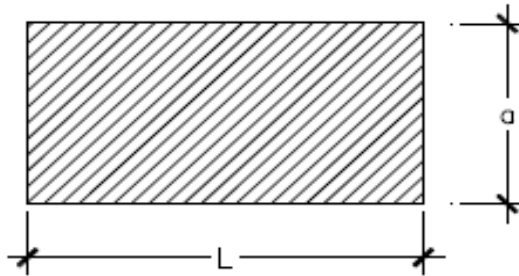


Figura 69: Configuración planta

Valoración de resultado del parámetro:

A	Edificio con	$\beta_1 \geq 0.8$ o	$\beta_2 \leq 0.1$
B	Edificio con	$0.8 > \beta_1 > 0.6$	o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
C	Edificio con	$0.8 > \beta_1 > 0.4$	o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
D	Edificio con	$0.4 > \beta_1$	o $0.3 < \beta_2$

Configuración en elevación

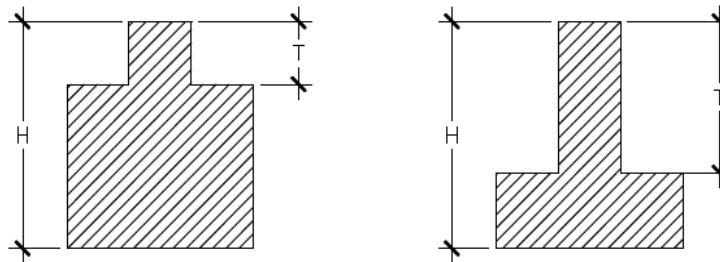


Figura 70: Configuración en elevación

Fuente : *Benedetti D. Petrini V. (1984)*

Valoración de resultado del parámetro:

A	Edificio con	$\Delta M/M < 10\%$	
B	Superficie porche	$< 10\% \text{ o } 10\%$	$< - \Delta M/M < 20\%$
C	Superficie porche	$< 10\% = 10\%$	$\text{o } - \Delta M/M > 20\%$ $\text{o } T/H \geq 2/4$
D	Superficie porche	$> 20\% \text{ o } \Delta M/M$	$> \text{O o } T/H < 2/4$

- **Distancia máxima entre los muros**



Figura 71: *Distancia máxima entre los muros*

Valoración de resultado del parámetro:

A	Edificio con	$L/S < 15$
B	Edificio con	$15 \leq L/S < 18$
C	Edificio con	$18 \leq L/S < 25$
D	Edificio con	$L/S \geq 25$

- **Tipo de cubierta**

a. Edificio con cubierta estable y provisto de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.

b. Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira.

Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira. (Valoración)

c. Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.

d. Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

- **Elementos no estructurales**

a. Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

b. Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

c. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared. (Valoración)

d. Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectado a ésta de modo deficiente.

- **Estado de conservación**

a. Muros en buena condición, sin lesiones visibles.

b. Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.

c. Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 mm de ancho con lesiones capilares producidas por sismos. Edificios que no presentan lesiones pero que se caracterizan por un estado mediocre de conservación de mampostería. (Valoración)

d. Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 mm de ancho.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION IN SITU

DATOS GENERALES

Propietario:	Estado Peruano	Resultado	177.50
Ubicación:	Av. Ignacio Prado N° 218 , distrito de Carabayllo		
Fecha:	24/11/2018		
Edificación:	ESCUELA PRIMARIA 2051 - EL PROGRESO		

Descripción	CLASES				PONDERADO	PARCIAL
Parámetro 1 Organización del sistema resistente	A	B X	C	D	1.00	5.00
Parámetro 2 Calidad del Sistema resistente	A	B X	C	D	0.25	1.25
Parámetro 3 Resistencia convencional	A	B X	C	D	1.50	7.50
Parámetro 4 Posición del edificio y de la cimentación	A	B	C	D X	0.75	33.75
Parámetro 5 Diafragmas horizontales	A	B	C X	D	1.00	15.00
Parámetro 6 Configuración en elevación	A	B	C	D X	0.50	22.50
Parámetro 7 Configuración en elevación	A	B	C	D X	1.00	45.00
Parámetro 8 Distancia máxima entre muros	A	B X	C	D	0.25	1.25
Parámetro 9 Tipo de tubería	A	B X	C	D	1.00	15.00
Parámetro 10 Elementos no estructurales	A	B	C X	D	0.25	6.25
Parámetro 11 Estado de conservación	A	B	C X	D	1.00	25.00
					Σ Total Iv	177.50

Figura 72: Formato de evaluación del cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica

Fuente: Barboza, 2018

De acuerdo al resultado numérico, este valor **177.50** se evalúa en la siguiente tabla denominada tabla de rangos de valor Benedetti –Petrini, que representa la selección del índice de vulnerabilidad sísmica, entre 4 categorías.

0.0	lv	96.0	Baja (VB)
96.0	lv	191.3	Media (VM)
191.3	lv	286.9	Alta (A)
286.9	lv	382.5	Muy alta (VMA)

Figura 73: Tabla para clasificación del índice de vulnerabilidad sísmica del método Benedetti-Petrini

Fuente: Barboza, 2018

El mejoramiento del Método de Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo, Lima 2020 , es una alternativa para estimar y/o analizar como sería el comportamiento estructura ante una sollicitación sísmica y el nivel de daño que esta ocasionaría, y de esta manera preveer y en consecuencia salvaguardar la vida de los niños de dicha institución educativa.

Este mejoramiento del Método en cuestión se ha realizado con personal debidamente cualificado y siguiendo los debidos procedimientos de acuerdo a normas, así como también ensayos de laboratorio idóneos que nos permita obtener una data lo mas precisa posible y poder testear e identificar con claridad y realidad el comportamiento estructural de la escuela primaria EL PROGRESO ante una sollicitación sísmica , consiguiendo con ello tomar las medidas pertinentes para salvaguardar la vida de la población infante con el pasar del tiempo y cumplir con los estándares de calidad.

El segundo objetivo de establecer los nuevos parámetros del método optimizado de Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo , contribuyó a la implementación de un

esquema de recojo, procesamiento y análisis de información más detallado del estado de conservación de los elementos estructurales. Este esquema se denomina inspección instrumental y reemplazó la inspección visual para establecer una valoración en la tabla de clases del *parámetro 11* del método convencional. El esquema técnico de recojo de información incorporó ensayos instrumentales convencionales y no intrusivos, tras su aplicación se pudo evidenciar que el uso de instrumentos de toma y manejo de información, permite evidenciar con mayor objetividad la degradación, daño y deterioro que ocultan los elementos estructurales.

❖ **Modificación del parámetro 11**

La propuesta de modificación del *Parámetro 11*, no modifica la tabla de valoración del método, propone la modificación del esquema de recojo de información para ser valorada con un criterio técnico y científico por tanto objetivo y no visual y subjetivo. El *parámetro 11* centra su análisis en los muros de la edificación que se está evaluando. La característica fundamental de la propuesta es acortar la brecha cualitativa del método, tras la modificación se observa que el nivel de influencia en los resultados es considerable.

El esquema de recojo de información y el análisis del estado físico de los elementos estructurales, inicia en gabinete donde analizando las patologías estructurales típicas se busca predecir las zonas de falla, que serán inspeccionadas instrumentalmente, hasta culminar en la fase experimental que consiste en la aplicación de ensayos.

La propuesta busca ampliar la intervención del parámetro en la valoración del cálculo del índice de vulnerabilidad, la forma abreviada del programa de manejo de información se estructura de la siguiente forma:

Tabla 26

Esquema de diferenciación de la modificación del parámetro 11

	Genuino	Modificado
Inspección visual	X	X
Análisis en Gabinete	-	X
Inspección modal	-	X
Valoración	X	X

Fuente: Barboza , 2018

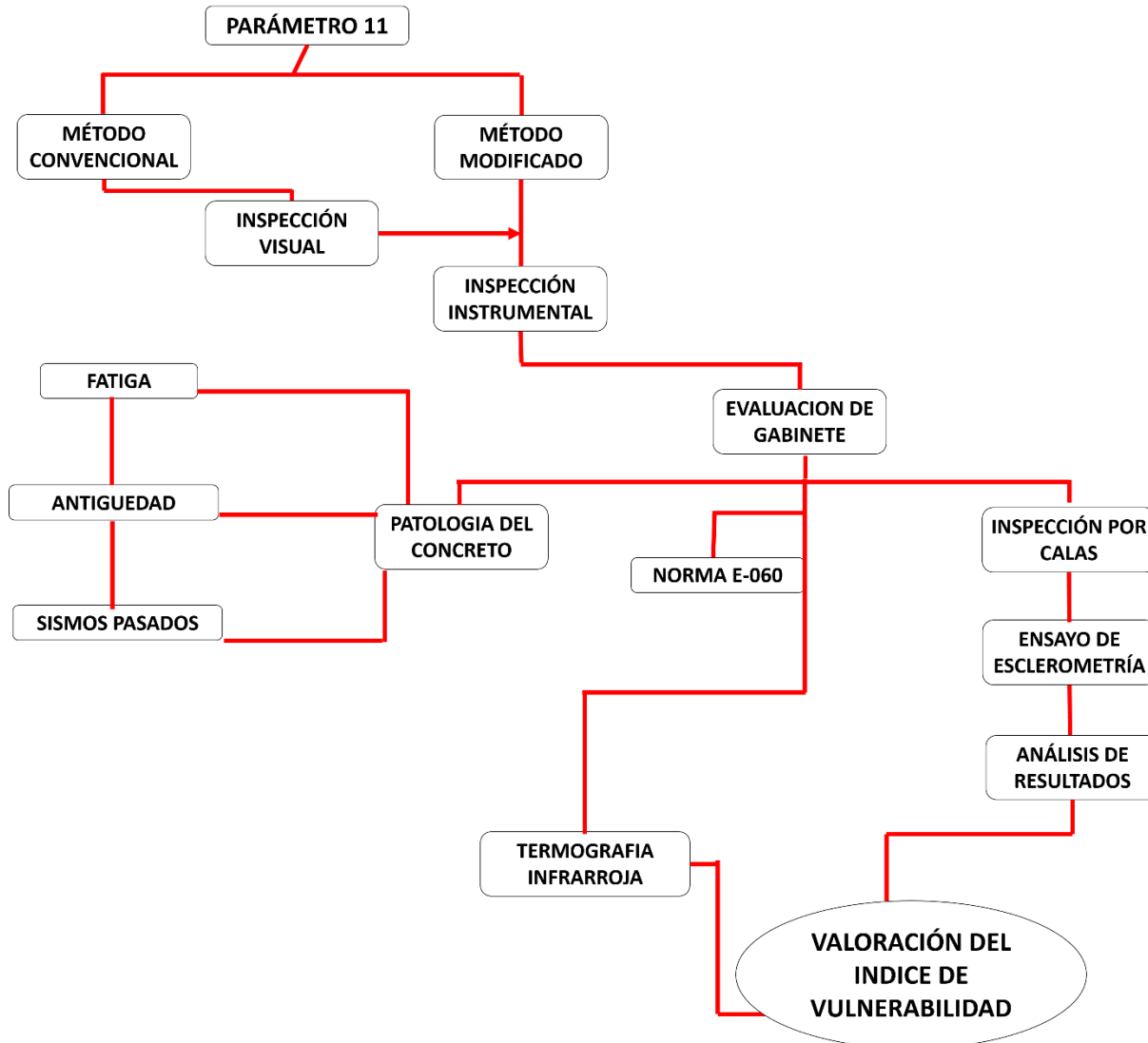


Figura 74: Esquema de recojo de información para la valoración del parámetro 11

Fuente: Barboza, 2018

En consecuencia, se logró el mejoramiento del Método de Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo, con un presupuesto de S/. 3,693.35, otorgando un análisis más juicioso y en consecuencia brindando mayor precisión en cuanto al comportamiento sísmico estructural de la escuela primaria EL PROGRESO, y de esa manera salvaguardar la

vida de la población las generaciones de niños con el pasar del tiempo.

Este mejoramiento del método de Benedetti Petrini puede ser de mucha factibilidad e importancia para proyectos futuros en otras escuelas de similar realidad que la Escuela Primaria EL PROGRESO, dado que sería un beneficio tremendo para Lima y el Perú, al educar con los recursos óptimos y dentro de la escuela poder también salvaguardar la vida de la población infante, que vienen a ser en buena cuenta, integrantes del capital humano que tendrá el país a futuro.

El tercer objetivo trazado se logró al determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo, utilizando el método optimizado de Benedetti Petrini, lo cual arrojó un resultado numérico de 223.75 y nos permitió efectuar una comparación con el resultado numérico obtenido con el método convencional que fue 177.50 , lo que nos llevó a visualizar que para el método convencional la infraestructura en estudio mantiene una vulnerabilidad media, esto representaría que la estructura es estable y por lo tanto no se justificaría una intervención urgente para su reforzamiento o estabilización; en cambio el índice obtenido con el método optimizado, se representa como alto, lo cual sugiere que la estabilidad física mantiene un alto deterioro. Además de ello, la confiabilidad el método optimizado, recoge información objetiva de instrumentos de análisis y ensayos, por lo tanto, sus resultados son categóricos.

➤ **Cálculo del Índice de Vulnerabilidad sísmica, desarrollado a partir del método Benedetti - Petrini optimizado en sus Parámetros 3 y 11**

Para realizar un análisis comparativo de los resultados, se necesita determinar los valores numéricos finales de ambos métodos, obteniéndose el resultado numérico

calculado por el Método *Convencional*, siendo un valor de **177,50**; asimismo, se obtiene el resultado del Método *Optimizado* con un valor de **223.75**.

Se puede observar en ambas tablas de valores que en los Parámetros 3 y 11 los resultados difieren uno de otro, mientras que en los otros 9 parámetros se mantienen los resultados idénticos para ambos.

Los valores numéricos obtenidos para ambos métodos se calculan ente 0 y 382.5.

En cuanto a la aplicación de resultados, el método concluye su análisis estableciendo un índice de vulnerabilidad, este se consigna a partir de los valores numéricos cotejados en las sub tablas (c) y (d).

Respecto a los Índices de vulnerabilidad Sísmica finales, para el método genuino esta se define como **Vulnerabilidad Media** ya que el valor numérico resultante 177.50 se encuentra entre 96 y 191 puntos. Para el método optimizado el resultado varía drásticamente alcanzando una **Vulnerabilidad Alta**.

Este salto de categoría en el cálculo del Índice tiene distintas implicancias, los 46 puntos de desfase que existen entre los resultados numéricos de ambos métodos, se deben a que entre un método y otro se ha alterado el criterio de cálculo *parámetro 3* y el criterio de valoración *parámetro 11*. Analizando el resultado del método:

Tabla 27

Resultados numéricos y cálculo del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini

METODO CONVENCIONAL	Resultado 177.50	METODO CONVENCIONAL	Resultado 223.75
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

Descripción	CLASES				PONDERADO	PARCIAL	Descripción	CLASES				PONDERADO	PARCIAL
Parametro 1 Organizacion del sistema resistente	A	B	C	D	1.00	5.00	Parámetro 1 Organizacion del sistema resistente	A	B	C	D	1.00	5.00
		X							X				
Parametro 2 Calidad del Sistema resistente	A	B	C	D	0.25	1.25	Parámetro 2 Calidad del Sistema resistente	A	B	C	D	0.25	1.25
		X							X				
Parametro 3 Resistencia convencional	A	B	C	D	1.50	7.50	Parametro 3 Resistencia convencional	A	B	C	D	1.50	67.50
		X								X			
Parametro 4 Posicion del edificio y de la cimentacion	A	B	C	D	0.75	33.75	Parametro 4 Posicion del edificio y de la cimentacion	A	B	C	D	0.75	0.00
				X						X			
Parametro 5 Diafragmas horizontales	A	B	C	D	1.00	15.00	Parametro 5 Diafragmas horizontales	A	B	C	D	1.00	15.00
			X							X			
Parametro 6 Configuracion en elevacion	A	B	C	D	0.50	22.50	Parametro 6 Configuracion en elevacion	A	B	C	D	0.50	22.50
				X							X		
Parametro 7 Configuracion en elevacion	A	B	C	D	1.00	45.00	Parametro 7 Configuracion en elevacion	A	B	C	D	1.00	45.00
				X							X		
Parametro 8 Distancia maxima entre muros	A	B	C	D	0.25	1.25	Parametro 8 Distancia maxima entre muros	A	B	C	D	0.25	1.25
		X							X				
Parametro 9 Tipo de tuberia	A	B	C	D	1.00	15.00	Parametro 9 Tipo de tuberia	A	B	C	D	1.00	15.00
		X							X				
Parametro 10 Elementos no estructurales	A	B	C	D	0.25	6.25	Parametro 10 Elementos no estructurales	A	B	C	D	0.25	6.25
			X							X			
Parametro 11 Estado de conservacion	A	B	C	D	1.00	25.00	Parametro 11 Estado de conservacion	A	B	C	D	1.00	45.00
			X								X		
					Σ Total lv	177.50						Σ Total lv	223.75
0	lv	96	Baja (VB)				0	lv	96	Baja (VB)			
96	lv	191.3	Media (VM)				96	lv	191.3	Media (VM)			
191.3	lv	286.9	Alta (AV)				191.3	lv	286.9	Alta (AV)			
286.9	lv	382.5	Muy alta (VMA)				286.9	lv	382.5	Muy alta (VMA)			

Fuente: Barboza, 2018

La realización de este proyecto de mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 – Carabayllo - Lima 2020, permite a la empresa CRCZ INVERSIONES EIRL identificar

nuevas oportunidades comerciales que nacerán a partir de la consecución exitosa del proyecto y darle continuidad de nuevos contratos, asimismo este trabajo permitió que a través de esta empresa CRCZ INVERSIONES EIRL , nutra mis conocimientos teórico práctico, así como personal teniendo el compromiso desde el inicio hasta la culminación del proyecto ; asimismo mediante el análisis de rendimientos se pueden detectar errores sistemáticos para futuros proyectos y establecer nuevas tendencias para abordar mercados clásicos o emergente.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Al utilizar el método convencional de Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo, se concluye que no se encontró restricciones para la aplicación del método Benedetti – Petrini convencional al estudio de la infraestructura de la edificación analizada, sin embargo, esta aplicación resultó ser menos confiable con respecto a los resultados obtenidos con la optimización propuesta.

Es importante destacar que la definición de responsabilidades, así como el compromiso e integración del personal involucraron una variedad de aspectos referentes al estímulo y motivación requeridos que afectaron directamente a la productividad de la obra en cuestión. Se apreció la importancia del mejoramiento continuo del futuro capital humano del país y de un entorno que fomente la creatividad y la innovación, así como las relaciones laborales entre trabajadores. Es así que a través de la organización, comunicación, planificación, compromiso del equipo técnico y culminación del proyecto, se lograron las metas trazadas asimismo los procedimientos utilizados durante la ejecución del proyecto, satisfaciendo los requerimientos del cliente.

En cuanto al **objetivo 1** que es establecer los nuevos parámetros del método optimizado de Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 – Carabayllo, se concluye que se ejecutó con éxito la aplicación de un esquema técnico de recojo de información instrumental en reemplazo de la inspección visual en el parámetro 11 del método convencional. La implementación de instrumentos para la obtención y procesamiento de información contribuyó para la

determinación de anomalías, patologías, estructurales y patrones de falla de forma objetiva y técnica.

Asimismo, al **objetivo 2**, que es el mejoramiento del Método de Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación a la institución educativa 2051 – Carabayllo. Lima 2020, es una obra muy importante, ya que además de servir como modelo para obras de similar importancia, prevé la seguridad e identifica el desempeño ante la vulnerabilidad sísmica de dicha escuela, lo cual contribuye en gran medida a salvaguardar la vida de las generaciones de infantes con el pasar del tiempo, cuidando de esa manera al futuro capital humano del país, y siguiendo la línea de la mejora continua, en cuanto a la optimización de los recursos en todo sentido de ese plantel.

Por último en el **capítulo 3**, al utilizar el método optimizado de Benedetti Petrini para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051- Carabayllo y comparar los resultados con el método convencional, se concluye que la diferencia en los resultados obtenidos es amplia, los índices de vulnerabilidad sísmica procedentes de ambos métodos, difieren en número y en grado. Esto demuestra que la modificación al método influye directamente en el resultado y por tanto en la confiabilidad de este.

La realización de este proyecto potenciará algunos aspectos de la calidad formativa de la población infante en la escuela primaria EL PROGRESO, las ventajas que presenta son muy adecuadas y cubrirán los requerimientos solicitados, gracias a la correcta supervisión al momento de su ejecución muy importante porque así garantizara que se respetaron las especificaciones técnicas señaladas en donde la eficiencia y eficacia logran la conformidad del cliente.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

La presente investigación no ahonda, ni contempla el caso de edificaciones de más de una planta, ni de edificaciones de más de un nivel con un diafragma intermedios, se recomienda su estudio a futuro.

El resultado propuesto de la modificación del método puede ser utilizado como un medio efectivo y confiable en la gestión de estudios de vulnerabilidad.

Con respecto a la escuela primaria: debido a su importancia para el distrito se debe encargar un estudio específico individual, para determinar las acciones de reforzamiento en las zonas de mayor fragilidad.

Se deben implementar acciones urgentes, para su diagnóstico experimental, se recomienda la identificación de patologías mediante termografía infrarroja activa, ya que puede que existan ciertas patologías y particularidades del material que no pudieron ser detectadas en la campaña de termografía pasiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez D. (2015). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe del C.P. La Huaraclla, Jesús, Cajamarca 2015*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú.
- Castro D. (2015). *Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja – Junín*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, Lima, Perú.
- Aldana D. (2017). *Aplicación de la termografía infrarroja como método de inspección no destructivo para el mantenimiento predictivo del proceso de extrusión de tubería en PVC*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.
- Perú. Ministerio de vivienda, Construcción y saneamiento (2016). Anexo – Decreto supremo que modifica la norma técnica e.030 “diseño sismorresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo n° 011-2006-vivienda, modificada con decreto supremo n° 002-2014-Vivienda: Norma E.030 . Diseño sismo resistente. Recuperado de: <file:///C:/Users/Richard%20H/Downloads/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf>
- Hernandez j. & Lockhart Castro S. (2011). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente. Ciencia y Sociedad, vol. XXXVI, núm. 2, abril-junio, 2011, pp. 256-275 Instituto Tecnológico de Santo Domingo Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/870/87019757004/index.html>
- Perú. Ministerio de vivienda, Construcción y saneamiento (2017). *Anexo - Resolución Ministerial N° 121-2017-Vivienda: Norma E.080 diseño y construcción con tierra*

reforzada. Recuperado de:

file:///C:/Users/Richard%20H/Downloads/E.080%20Construcció%3Bn%20con%20tierra.pdf

Briceño C. (2016). *Diagnóstico estructural y análisis sísmico de la iglesia San Pedro Apóstol de Andahuaylillas*, (Tesis de Maestría). Pontificia universidad católica del Perú. Lima-Perú.

Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. (1994). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificios*. España: Edificio CI, Campus Norte UPC. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/271586451_Vulnerabilidad_sismica_de_edificios [Consulta: 20 de octubre de 2017].

D'Ayala, D. (2013). *Assessing the seismic vulnerability of masonry buildings*. United Kingdom: University College London. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/257930977_Assessing_the_seismic_vulnerability_of_masonry_buildings [Consulta: 15 de octubre de 2017].

El Comercio. (21 de Septiembre de 2017). *10 Terremotos más devastadores que ocurrieron en el Perú*. Recuperado de El Comercio.com: <http://elcomercio.pe/peru/10-terremotos-devastadores-ocurrieron-peru-noticia-459587?foto=1> [Consulta: 18 de octubre de 2017].

Federal Emergency Management Agency (FEMA P-154). (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Seismic Hazards: A Handbook* (3 ed.). Washington, D.C: Federal Emergency Management Agency. Recuperado de [https://www.fema.gov/media library-](https://www.fema.gov/media-library-)

data/1426210695633-d9a280e72b32872161efab26a602283b/FEMAP-154_508.pdf

[Consulta: 8 de setiembre de 2017].

Instituto de Defensa Civil (INDECI). (2013). *Instituto de Defensa Civil*. Recuperado de <http://www.indeci.gob.pe/listado.php?itemC=NTM=&item=OTkx> [Consulta: 2 de noviembre de 2017].

Instituto Geofísico del Perú (IGP). (2016). *Compendio de Investigaciones en Geofísica*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Johnrey L. Dapito, D. F. (2015). Two-Dimensional Analysis Vulnerability Assessment of Public Secondary Buildings in District II of Manila. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1-doi:10.1109/HNICEM.2015.7393217

Cardenas, M. I. (2013). *Vulnerabilidad Sísmica en Construcciones Patrimoniales Históricas de Manpostería en Valdivia*. Valdivia.

Corredor, O. E. (2015). *Determinación de la Vulnerabilidad en las Casas Coloniales ubicadas en el barrio de San Diego de la Ciudad de Cartagena*. Cartagena.

Damián, M. E. (2013). *"Desastres por Sismos e Inundaciones en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México"*. México.

Edgar, L. L. (2013). *Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Informales de la Ciudad de Trujillo*. Trujillo.


Jeannette, V. S.-C. (2015). *"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región la Libertad"*. Trujillo.

Pilar, B. C. (2014). Vulnerabilidad Sísmica y Mitigación de Desastres en el Distrito de San

Luis -Lima. Lima.

ANEXOS

Anexo 1. Estudio de Mecánica de Suelos-Resultados de ensayo de laboratorio



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Wilfredo 149
Urb. Meyorado 8 Eban, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0478
E-mail: jbo@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: CIE INGENIEROS S.A.C.	PROYECTO: Edificación primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN: Calle Andrés Bello 207, Matucana	UBICACIÓN: Carabayllo – Lima
REFERENCIA: Solicitudes de Servicio N° 321-2018-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN: Lima, 18 de noviembre del 2018
FECHA DE RECEPCIÓN: Lima, 18 de noviembre del 2018	FECHA DE EMISIÓN: Lima, 18 de noviembre del 2018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2018**

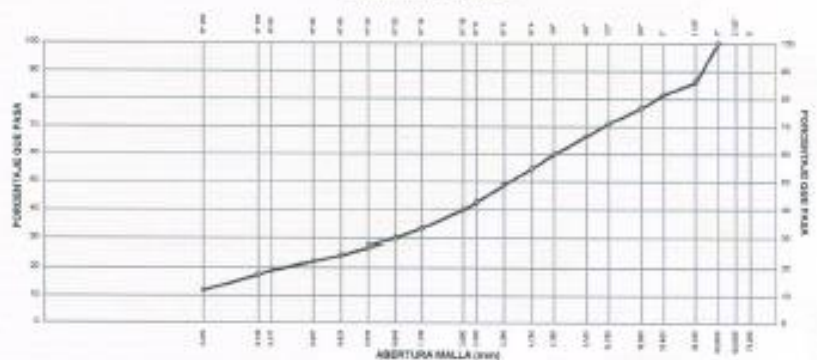
REFERENCIAS DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: C-1, Prof. 1.00 m

PRESIÓN MÁXIMA: 01 Bolsa de polietileno	CANTIDAD: 05 kg aprox
---	-----------------------

MALLAS	ABERTURA	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	TRAZA (%)
SOBRE AMERICANA	75.000			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			100
1 1/2"	37.500	14	14	86
1"	25.000	9	19	81
3/4"	18.750	9	28	72
1/2"	12.500	8	36	64
3/8"	9.500	5	41	59
1/4"	6.250	7	48	52
Nº 4	4.750	5	53	47
Nº 8	3.350	5	58	42
Nº 10	2.500	3	61	39
Nº 15	1.650	3	64	36
Nº 20	1.180	3	67	33
Nº 25	850	3	70	30
Nº 30	625	3	73	27
Nº 40	425	3	76	24
Nº 50	300	2	78	22
Nº 60	250	2	80	20
Nº 75	200	2	82	18
Nº 100	150	2	84	16
Nº 150	100	1	85	15
Nº 200	75	1	86	14
200	ASTM E 1140-00	12	100	-

Límite líquido (%)	(ASTM D 2485-16)	10
Límite plástico (%)	(ASTM D 2485-16)	10
Índice plástico (%)	(ASTM D 2485-16)	10
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-15)	GS-GM
Clasificación para uso en vías transportes	(ASTM D 1555-06)	A-1 (1)
Cont. de humedad (%)	(ASTM D 2290-05)	22
Descripción de la muestra: Gravas plásticas con limo y arena		
PREPARACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante. Tamaño máximo: 50 mm.		


CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
ASTM D 422: Standard test methods for particle size analysis of soils
ASTM D 4253-16a1: Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
ASTM D 2216-16: Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and soil aggregates
ASTM D 2487-15: Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
ASTM D 2485-16: Standard practice for classification of soils aggregates (Unified soil classification system)
ASTM D 2290-05: Standard test for amount of moisture in soils from the N° 200 (75 um) sieve

Equipos usados:
Balanza ANAL. 1" (NTE) LA 3001400 (250.00 g)
Balanza ANAL. 10 (NTE) LA 3001400 (250.00 g)
Horno HOR. CAL. 3000 (1.000 g) (250.00 g)
Firma:
Tel.: 617

Fecha de emisión: Lima, 22 de noviembre del 2018
El uso de esta matriz comienza en este documento en la versión respectiva del sistema.



JUAN SERGIO SANCHEZ QUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 56781



EXPEDIENTE N° 321-2018-J30

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : J30 INGENIEROS S.A.C. PROYECTO : Obras puentes D. Progreso 2051
DIRECCIÓN : Calle Anita Lusa 207, Miraflores UBICACIÓN : Carabayllo - Lima
REFERENCIA : Informe de Servicio N° 321-2018-J30 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 18 de noviembre del 2018
FECHA DE INICIO : Lima, 18 de noviembre del 2018

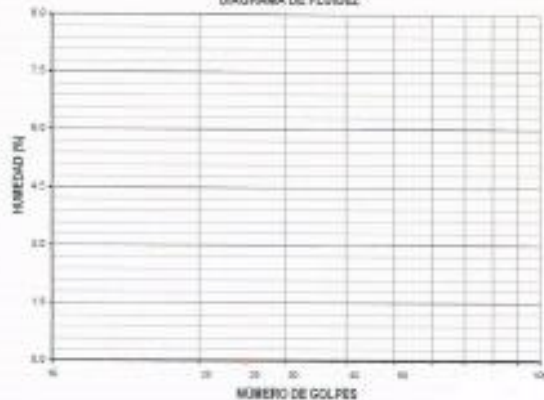
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016), LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : S-1, Prof.: 2.00 m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN : Grava bien graduada con limo y arena CANTIDAD : 25 kg aprox

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo L ¹	---	---	---	---	---	---
Cápsula L ¹	---	---	---	---	---	---
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	---	---	---	---	---	---
Peso cápsula + suelo seco (g)	---	---	---	---	---	---
Peso del Agua (g)	---	---	---	---	---	---
Peso de la capsula (g)	---	---	---	---	---	---
Peso del suelo seco (g)	---	---	---	---	---	---
Contenido de humedad (%)	---	---	---	---	---	---
Módulo de golpes	---	---	---	---	---	---

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	---
ÍND. PLASTICIDAD (%)	---

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40
- La muestra se desmenuza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar
- No se pudo formar los rollos de 10" de diámetro, en destornillador
- El límite plástico no se puede determinar
- Muestra tomada e identificada por el solicitante

Referencia:
MTC 305-120: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, índice plástico e índice de plasticidad de suelos

Equipo usado:
BANCA BAL. IT. 8000 LHM2001100 (20-05-18)
HOLLO HORN. CO. 3000 L. 3000 B. M. (20-05-18)

Personal:
- Tsc: E.E.A.
- Psc: M.M.F.

JUAN SERGIO SANCHEZ QUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 99781



Fecha de emisión: Lima, 20 de noviembre del 2018
El contenido de esta información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : CJE INGENIEROS S.A.C. PROYECTO : Escuela primaria El Progreso 2051
 DIRECCIÓN : Calle Anda Lucía 237, Miraflores. UBICACIÓN : Carabayllo - Lima
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 19 de noviembre del 2018
 FECHA DE INICIO : Lima, 19 de noviembre del 2018

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-1, Prof: 2.00 m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
 DESCRIPCIÓN : Grava bien graduada con limo y arena CANTIDAD : 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	C-1, Prof: 2.00 m
Peso del suelo húmedo (g)	1450.2
Peso del suelo seco (g)	1418.0
Peso del agua (g)	31.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.2

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

ASTM D 2216: Standard test methods for laboratory determinations of water (moisture) content of soil and rock by mass

Equipos usados:

- Balanza BAL-17: SCM LM-20051832 (20-05-18)
 - Horno HOR-82: SCM LT-30031814 (20-05-18)

Personal:


- Tec.: E.E.A.
 - Rev.: M.M.F.



Fecha de emisión : Lima, 22 de noviembre del 2018
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

UJAH SERGIO SANCHEZ GUANDU
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 58781





Ingenieros S.A.C.
Calle Héroles 148
Lima - Miraflores 01153-0473 / 883-0475
E-mail: info@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : CJE INGENIEROS S.A.C	PROYECTO : Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN : Calle Ande Luzta 237, Miraflores	
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO	UBICACIÓN : Carabaylo - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 19 de noviembre del 2018	FECHA INICIO : Lima, 19 de noviembre del 2018

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

<p>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : C-1, Prof.: 2,00 m</p> <p>PRESENTACIÓN : 01 Bolsas de polietileno</p> <p>DESCRIPCIÓN (*) : Arena limosa</p>	<p>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO</p> <p>MARCA : ELE INTERNATIONAL</p> <p>CERT. DE CALIBRACIÓN : CRD-01: SCM LC-10181791 (10-10-17)</p> <p>N° DE SERIE : 1885PL044-32552</p>
---	--

DESCRIPCIÓN DEL SUELO						
Clasificación SUCS (*)	(ASTM D 2487-11)	SM	Limo Ligado	(ASTM D 4318-12)	(%)	IP
Clasificación Base Value (*)	(ASTM D 3292-09)	A-1-0 (2)	Índice Plástico	(ASTM D 4318-12)	(%)	MP
Tamaño Máximo (mm) (*)	(MTP 400.012-2011)	4.750	Índice de Fines Fino N° 200 (*)	(ASTM D 1143-02)	(%)	20

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO			
DESCRIPCIÓN	45.0 kPa	98.1 kPa	196.1 kPa
Diámetro (mm)	50.00	50.00	50.00
Alura (mm)	31.40	31.40	31.40
Alura Inicial (mm)	2.02	2.02	2.02
Alura Final (mm)	1.84	1.80	1.71
Volumen Inicial (mm³)	50.40	50.40	50.40
Volumen Final (mm³)	57.50	56.55	55.72
Relación Círculo / Alura	3.13	3.13	3.13
Condicón de la Estructura del suelo: <i>Aterrada</i>			
Peso Humedo Inicial (g)	118.07	118.07	118.07
Peso Humedo Final (g)	130.7	128.7	128.4
Peso Seco (g)	113.8	113.8	113.8
Humedad Inicial (ASTM D 2216-05) (%)	2.2	2.2	2.2
Humedad Final (ASTM D 2216-05) (%)	15.1	14.0	13.1
Densidad Humeda Inicial (g/cm³)	1.821	1.821	1.821
Densidad Humeda Final (g/cm³)	2.264	2.264	2.260
Densidad Seca Inicial (g/cm³)	1.791	1.791	1.791
Densidad Seca Final (g/cm³)	1.801	2.008	2.114

CALIBRACIÓN DEL ANILLO DE CARGA			
MARCA	ELE - Internacional	N° de serie del indicador	02219
Capacidad del anillo	4.5 kN (1000 lb ± 450 kg)	N° de serie del anillo	1195-17-14103
Producto N°	1195R0300	Factor del Anillo de Corte (k)	0.000322597 ± 0.000389268 = 1.144115003

Referencias:

ASTM D 3080 - Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

ASTM D 432 - Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

ASTM D 4318 - Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils

ASTM D 2487 - Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)

ASTM D 2216 - Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass

ASTM D 1582 - Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes


ASTM D 1140 - Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

Equipos usados:


- Balanza BAL-17: SCM LM-20051832 (20-05-18)
- Balanza BAL-16: SCM LM-20051833 (20-05-18)
- Horno HOR-02: SCM L1-30001016 (20-09-18)
- CRD-01: SCM LC-10181791 (19-10-17)

Personal:

- Fc: EEA
- Rev: M.M.F



U.S. : **SERGIO SANCHEZ QUANDO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 53781



Fecha de Emisión : Lima, 20 de noviembre del 2018

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valcazco 140
Urb. Maynaga II Etapa, Are
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
Email: informes@ingenieros.com

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : C.E INGENIEROS S.A.C. PROYECTO : Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN : Calle Andá Lucía 237, Miraflores.
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO UBICACIÓN : Carabaylo - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 19 de noviembre del 2018 FECHA INICIO : Lima, 19 de noviembre del 2018

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)
MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-1, Prof: 2.90 m
PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN (*) : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL
CERT. DE CALIBRACIÓN : CRD-01: SCM LC-10101701 (18-10-17)
N° DE SERIE : 1685P0044-32582

ESFUERZO NORMAL	40.0 kPa		80.1 kPa		106.1 kPa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Elipse						
Alteza (cm)	2.03	1.94	2.02	1.90	2.03	1.71
Volumen (cm ³)	83.40	87.92	83.40	86.55	83.40	53.72
Humedad (%)	2.2	15.1	2.2	14.2	2.3	13.1
Densidad Seca (g/cm ³)	1.791	1.581	1.791	2.068	1.791	2.116
Esfuerzo Corte (kPa)	33.5		73.5		142.8	

Desplac. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 40.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 80.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 106.1 kPa			
	Desplac. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplac. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplac. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	1.495	0.0	0.0	0.0	1.881	0.0	0.0	0.0	2.708	0.0	0.0	0.0
0.25	1.598	6.0	32.8	10.5	2.828	23.0	86.3	20.1	2.868	71.0	262.3	89.8
0.50	1.684	13.0	52.6	16.8	2.958	38.0	151.8	40.3	2.941	89.0	309.5	117.7
0.75	1.671	18.0	72.4	23.1	2.876	48.0	180.3	59.4	2.974	101.0	401.1	127.8
1.00	1.676	22.0	88.3	28.1	2.888	52.0	207.1	85.9	3.007	108.0	428.8	136.6
1.25	1.687	25.0	108.1	31.9	2.113	56.0	222.9	71.0	3.020	111.0	448.7	140.4
1.50	1.703	28.0	112.0	35.7	2.126	50.0	230.6	73.5	3.038	113.0	448.7	142.0
1.75	1.717	31.0	122.9	39.5	2.140	50.0	230.6	73.5	3.058	113.0	448.7	142.0
2.00	1.727	31.0	122.9	39.5	2.184	50.0	230.6	73.5	3.071	113.0	448.7	142.0
2.25	1.745	30.0	118.0	38.3	2.170	57.0	229.0	73.5	3.081	113.0	448.7	141.6

Referencias

ASTM D 5096 - Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- (*) El Análisis Granulométrico fue realizado a la muestra poseente la malla N° 4
- La muestra fue remediada a condiciones de humedad y densidad proporcionadas por el solicitante.

Equipos usados:

- Balanza DAL-11: SCM LM-20051032 (20-05-18)
- Balanza DAL-10: SCM LM-20051030 (20-05-18)
- Horno HOR-02: SCM LT-30031918 (30-03-18)
- CRD-01: SCM LC-10101701 (18-10-17)

Personal:

Téc: E.E.A.
Ing. NEMÉ JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 55781



Fecha de Emisión : Lima, 22 de noviembre del 2018
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Colo Ajlajallo 149
 Urb. Mayazogno II Esq. Alti
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-880-0473 / 880-0476
 E-mail: inform@jbo.com.pe

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	C.E INGENIEROS S.A.C	PROYECTO	Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN	Calle Anita Lazo 237, Miraflores	UBICACIÓN	Carabayllo - Lima
REFERENCIA	Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018		

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)
MTC E 123 - 2016

<p>REFERENCIA DE LA MUESTRA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : D-1, Prof: 2.03 m</p> <p>PRESENTACIÓN : 21 Esfera de poliestireno</p> <p>DESCRIPCIÓN (*) : Arena limosa</p>	<p>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO</p> <p>MARCA : ELS INTERNATIONAL</p> <p>CRIT. DE CALIBRACIÓN : CRD-01: SOM LC-18181701 (10-18-17)</p> <p>N° DE SERIE : 1805PL0544-32952</p>
--	--



DEFORMACIÓN (mm/mm), mm



DEFORMACIÓN (mm/mm), mm

COHESIÓN (kg/cm ²)	0.08	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	35.1
--------------------------------	------	------------------------	------

Referencias:

ASTM D 3080 - Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

CONSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- (*) El Análisis Granulométrico fue realizado a la muestra presente la matriz M.A.
- La muestra fue recibida a condiciones de humedad y actividad apropiadas por el solicitante.

Equipos usados:

- Balanza BAL-1T: SOM LN-2001832 (26-05-18)
- Balanza BAL-16: SOM LN-2001832 (26-05-18)
- Horno HOR-02: SOM LT-3001514 (30-05-18)
- CRD-01: SOM LC-18181701 (18-10-17)

Personal:

- Tkt. EEA
- Res. M.M.T




JUAN SERGIO SANCHEZ QUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 55781



Fecha de Emisión: Lima, 22 de noviembre del 2018

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valadarez 149
Urb. Mayorga II Esq. Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-899-0473 | 883-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	CJE INGENIEROS S.A.C	PROYECTO	Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN	Calle Ande Lucía 237, Miraflores	UBICACIÓN	Carabayllo - Lima
REFERENCIA	Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018	FECHA DE INICIO	Lima, 19 de noviembre del 2018

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA NTP 339.177

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO : Método volumétrico de Mohr

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	G-1, Prof: 2.00 m	PRESENTACIÓN	80 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	Grava bien graduada con limo y arena	CANTIDAD	100 kg aprox.

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA	20.0 °C	H. RELATIVA	70.0 %
TEMPERATURA DE LA MUESTRA	20.7 °C		

PROCESO DE ENSAYO

$$\text{Contenido de cloruro} = \frac{[(\text{mL AgNO}_3 \text{ utilizado} - B) \times T \times 1000 / G] \times 100}{100 - \% \text{ humedad}}$$

DESCRIPCIÓN	HECERA
AgNO3 utilizado (mL)	112.3662
Blanco del indicador, B (mL)	0
Título, T (mg Cl / mL AgNO3)	8
Peso de muestra titulada, G (g)	100
Contenido de humedad (%)	0.52
Cloruros solubles (ppm, mg/kg)	9853
Cloruros solubles (%)	0.5663


OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
- AASHTO T 260: Standard Method of Test for Sampling and Testing for Chloride Ion in Concrete and Concrete Reinforcing Materials

Equipos usados:
- Balanza BAL-03: SCM LM-13031802 (13-03-18)
- Horno HDR-01: SCM LT-32041816 (02-04-18)
- Bureta (25 ml) BU-01: SCM LV-29031803 (29-03-18)
- Pipeta (25 ml) PI-02: SCM LV-29031807 (29-03-18)

Personal:
Geo.: D.C.J.
Rev.: M.M.F. JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

VF-002 (01-02-18)



Fecha de emisión: Lima, 22 de noviembre del 2018

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Cochón



Ingenieros S.A.C.
Calle Valadarez 149
Urb. Mayorga II Esq. Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-899-0473 | 883-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	CJE INGENIEROS S.A.C	PROYECTO	Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN	Calle Ande Lucía 237, Miraflores	UBICACIÓN	Carabayllo - Lima
REFERENCIA	Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018	FECHA DE INICIO	Lima, 19 de noviembre del 2018



Ingenieros S.A.C.
Calle Velutofol 149
Urb. Mayrúnaga II Etapa. Ate
Lima, Perú
Teléfono: 81-483-0473 / 883-0470
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 321-2018-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	CJE INGENIEROS S.A.C	PROYECTO	Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN	Calle Arca Lucía 237, Miraflores	UBICACIÓN	Carabaylla - Lima
REFERENCIA	Solicitud de Servicio N° 321-2018-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 19 de noviembre del 2018	FECHA DE INICIO	Lima, 19 de noviembre del 2018

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA NTP 339.178

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	Método gravimétrico	PRESENTACIÓN	03 Sacos de polipropileno
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		CANTIDAD	180 kg aprox.
IDENTIFICACIÓN	C-1, Prof: 2.80 m	CONDICIONES AMBIENTALES	
DESCRIPCIÓN	Grava bien graduada con limo y arena	TEMPERATURA	20.9 °C
		TEMPERATURA DE LA MUESTRA	20.7 °C
		H. RELATIVA	76.0 %

PROCESO DE ENSAYO

$$\text{Sulfato} = (W \times 411500) / S$$

DESCRIPCIÓN		Grava bien graduada con limo y arena
Gramos de BaSO4, W	(g)	1.2036
Gramos de muestra utilizada, S	(g)	100
Sulfatos solubles	(ppm, mg/kg)	5323
Sulfatos solubles	(%)	0.5323

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- AASHTO T 390: Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Sulfate Ion Content in Soil

Equipos usados:

- Balanza BAL-07: SCM LM-13031801 (13-03-18)
- Horno HOR-01: SCM LT-02041818 (02-04-18)
- Pipeta (25 ml) PI-02: SCM LV-09031807 (29-03-18)
- Mufa MUF-01: SCM LT-02041818 (02-04-18)
- Balanza BAL-03: SCM LM-13031802 (13-03-18)

VF-002 (21-02-18)

Fecha de emisión: Lima, 22 de noviembre del 2018

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Personal:

Con: D.C.J.

Rev.: M.M.F.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CHP N° 58781





Ingenieros S.A.C.
Calle Villavieja 149
Urb. Mayorga El Graso, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 51-683-5473 / 883-0476
Email: informes@joiingenieros.com

EXPEDIENTE N° 204-2015-JB0

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: G.E INGENIEROS S.A.C	PROYECTO	: Escuela primaria El Progreso 2051
DIRECCIÓN	: Calle Anita Lucia 237, Miraflores.	UBICACIÓN	: Carabaylo - Lima
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 204-2015-JB0	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de enero del 2015
		FECHA DE INICIO	: Lima, 21 de enero del 2015

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
NTP 338.152

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN	: C-1, Prof.: 2.00 m
DESCRIPCIÓN	: Grava bien graduada con arena y arena
CONDICIONES AMBIENTALES	
TEMPERATURA	: 20.9 °C
TEMPERATURA DE LA MUESTRA	: 20.7 °C
PRESENTACIÓN	: 03 Bolsas de polietileno.
CANTIDAD	: 180 kg aprox.
H. RELATIVA	: 78.0 %

IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (%)
C-1, Prof.: 2.00 m	1.2933

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Dir.: D.C.J.
Rev.: M.M.F.

Equipo usado:
- Balanza (50 kg): SCM LM-1302901 (13-03-16)
- Horno HOR. 01: SCM LT-02011818-32-04-16
- Ppleta (25 ml) P-02: SCM LX-2802997 (09-03-16)

Fecha de emisión: Lima, 22 de noviembre del 2015

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Anexo 2 . ACUs del Proyecto

Partida Movilización y Desmovilización de equipos y herramientas						
				Costo unitario directo por : GLB	380.00	
Rendimiento: Glb		M.O		1 EQ		1
	transporte para equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Oficial	hh	1	1	80	80
	Equipo	1	1	1	300	300
						380

Partida TRAZO,IDENTIFICACIÓN DE TERRENO PARA CALICATA.						
				Costo unitario directo por : M2	3.37	
Rendimiento: M2/DIA		M.O		100 EQ		100
	Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	tecnico	hh	1.00	0.08	12.99	1.0392
	Oficial	hh	1.00	0.08	12.54	1.0032
	Peon	hh	1.00	0.08	11.33	0.9064
						2.9488
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
	YESO EN BOLSAS	BOL		0.0080	9.80	0.08
	ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	3.00	0.06
	PINTURA ESMALTE					
	SISNTETICO	gal		0.0050	26.56	0.13
						0.27
	Equipo					
	HERRAMIENTAS					
	MANUALES	%MO		0.05	2.9488	0.15
						0.15

Partida EXCAV. MANUAL EN T/NORMAL P/CALICATAS DE 2.01 M-3.00M

		Costo unitario directo por : M3			40.17
Rendimiento: M3/DIA	M.O	5	EQ	5	
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Oficial	hh	0.1	0.16	17.15	2.744
Peon	hh	2	3.2	11.33	36.256
					39
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
equipos					
HERRAMIENTAS					
MANUALES	%MO		0.03	39	1.17
					1.17

Partida RELLENO MATERIAL PROPIO PARA CALICATA DE 2.00-3.00M

		Costo unitario directo por : M			23.21
Rendimiento: M3/DIA	M.O	15	EQ	15	
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Técnico	hh	0.1	0.05	17.15	0.91
Oficial	hh	1	0.53	12.54	6.69
Peón		2	1.07	11.33	12.09
					19.69
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	19.688	0.59064
COMPACTADOR VIBR TIPO					
PLANCHA 4HP	hm	1	0.53	5.5	2.93
					3.52

Partida		ANALISIS DE MUESTRAS PARA ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO		
			Costo unitario directo por : GLB	1000.00
Rendimiento:	Glb M.O	1 EQ	1	
	descripción de servicio			
	Analisis granulometrico de suelo por Tamizado (MTC E 107-2016)	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Determinación del Limite Liquido de Suelos (MTC110-2016)	1	150	150
	Límite Plástico e índice de Plasticidad(MTC E 111-2016)	1	120	120
	Determinación de contenido de Humedad de un suelo(MTC E108-2016)	1	120	120
	Corte directo(consolidado drenado) MTC E 123- 2016	1	130	130
	PH en los suelos MTC E 129-2016	1	120	120
	Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea NTP-339.152	1	120	120
	Determinación de Cuantitativa de sulfatos solubles NTP 339.178	1	120	120
	Determinación de Cuantitativa de cloruros solubles NTP 339.177	1	120	120
				1000

Partida		ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
			Costo unitario directo por : GLB	768.00
Rendimiento:	Glb M.O	1 EQ	1	
	descripción de servicio	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Limpieza y retiro de escombros y liberación de estructuras de concreto armado	6	18	108
	Escaneo ,identificación de los refuerzos logitudinales y transversal de columnas y vigas	6	20	120
	trazado y escarificado de tarrajeo y material suelto	6	15	90
	Ejecución del ensayo, disparo de esclerometro en zona localizada.	6	50	300
	Trabajo de Gabinete	1	150	150
				768

Partida		Tarrajeo de Zonas descubiertas				
		Costo unitario directo por : M2			25.71	
Rendimiento: M2/DIA	M.O	10	EQ	10		
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Oficial	hh	1	0.8	12.54	10.032	
Peon	hh	1	0.8	11.33	9.064	
					19.10	
Materiales						
ARENA EN BOLSAS	BOL	1	0.0800	3.50	0.28	
CEMENTO	BOL	1	0.1000	31.00	3.1	
YESO	BOL	1	0.1000	26.56	2.66	
					6.04	
equipos						
HERRAMIENTAS						
MANUALES	%MO		0.03	19.096	0.57288	
					0.57	

Partida		Pintado de zonas tarrajeadas				
		Costo unitario directo por : M2			8.36	
Rendimiento: M2/DIA	M.O	40	EQ	40		
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Oficial	hh	1	0.2	12.54	2.508	
Peon	hh	1	0.2	11.33	2.266	
					4.77	
Materiales						
EMPASTE	BOL	1	0.0800	18.00	1.44	
PINTURA	GLN	1	0.1000	20.00	2	
					3.44	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
equipos						
HERRAMIENTAS						
MANUALES	%MO		0.03	4.77	0.14	
					0.14	

Anexo 3. Presupuesto del Proyecto

Cliente	Institución Educativa Primaria 2051 el Progreso - Carabayllo		
Obra	DETERMINACIÓN DEL ÍNDECE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, MEDIANTE EL METODO BENEDETTI PETRINI		
Código	CRCZ-0067-2018	rev.	
Subcontrata			
Ubicación	Calle. Ignacio Prado 235 - 201, Carabayllo		AREA DE COLEGIO (m2)= 3504.18
Fecha	lunes, 05 de Noviembre de 2020		

Ítem	Descripción	Unid	Metrado	PU S/.	Parcial S/.	Subtotal S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES					380.00
1.01	Movilización y Desmovilización de equipos y herramientas para obras civiles y movimiento de tierras	Glb	1.00	380.00	380.00	
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					255.88
2.01	trazo, Identificación y reconocimiento del terreno para Calicata	m2	1.00	2.36	2.36	
2.02	EXCAVACIONES LOCALIZADAS MANUAL, RELLENOS Y ELIMINACIÓN					253.52
2.02.02	Excavación localizada de calicatas (manual sin eliminac)	m3	4.00	40.17	160.68	
2.03.03	Relleno compactado con material propio (de la excav localizada)	m3	4.00	23.21	92.84	
3.00	Estudio de Mecánica de Suelo					1,000.00
3.01	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS PARA ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO					1,000.00
3.01.01	Extracción , toma de muestras disturbadas	Unid	3.00	20.00	60.00	
3.01.02	Registro Fotográfico e identificación de estratos que forman el subsuelo	Glb	1.00	30.00	30.00	
3.01.03	Ejecución de ensayos en Laboratorio	Glb	1.00	800.00	800.00	
3.01.04	OTROS TRABAJOS COMPLEMENTARIOS PARA RECONOCIMIENTO Y OBSERVACION	Glb	1.00	110.00	110.00	
4.00	TRABAJOS EN CONCRETO ARMADO					972.42
4.01	ENSAYO DE ESCLEROMETRIA					768.00
4.01.01	Limpieza y retiro de escombros y liberación de estructuras de concreto armado	m2	6.00	18.00	108.00	
4.01.02	Escaneo ,identificación de los refuerzos longitudinales y transversal de columnas y vigas	m2	6.00	20.00	120.00	
4.01.03	trazado y escarificado de tarrajeo y material suelto	m2	6.00	15.00	90.00	
4.01.04	Ejecución del ensayo, disparo de esclerómetro en zona localizada.	Und	6.00	50.00	300.00	
4.01.05	Trabajo de Gabinete	Und	1.00	150.00	150.00	
4.02	RESANE DE ZONAS DESCUBIERTAS					204.42
4.02.01	Tarrajeo de Zonas descubiertas	m2	6.00	25.71	154.26	
	Pintado de zonas tarrajeadas	m2	6.00	8.36	50.16	
	TOTAL A COSTO DIRECTO				S/.	2,608.30
	GASTOS GENERALES			20.00%		521.66

TOTAL GENERAL SIN I.G.V.		S/.	3,129.96
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS	18.00%	S/.	563.39
TOTAL GENERAL CON I.G.V.		S/.	3,693.35

Anexo 4. Cronograma del Proyecto

CRONOGRAMA DE TRABAJOS DETERMINACIÓN DEL ÍNDECE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, MEDIANTE EL METODO BENEDETTI PETRINI - DISTRITO DE CARABAYLLO

NOMBRE DE LA TAREA		DURACION							
CRONOGRAMA DE REALIZACION DE TRABAJOS		6 DIAS	SEMANA 01						
ITEM	DETERMINACIÓN DEL ÍNDECE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Dias	L	M	M	J	V	S	D
			12	13	14	15	16	17	11
1.00	OBRAS PRELIMINARES	1.00							
1.01	Movilización y Desmovilización de equipos y herramientas para obras civiles y movimiento de tierras	Dias							
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.00							
2.01	trazo, Identificación y reconocimiento del terreno para Calicata	1							
2.02	EXCAVACIONES LOCALIZADAS MANUAL, RELLENOS Y ELIMINACIÓN	2							
2.02.02	Excavación localizada de calicatas (manual sin eliminac)	2							
2.03.03	Relleno compactado con material propio (de la excav localizada)	1							
3.00	Estudio de Mecanica de Suelo	3.00							
3.01	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS PARA ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO	Dias							
3.01.01	Extracción , toma de muestras disturbadas	1							
3.01.02	Registro Fotográfico e identificación de estratos que forman el subsuelo	1							
3.01.03	Ejecución de ensayos en Laboratorio	3							
3.01.04	OTROS TRABAJOS COMPLEMENTARIOS PARA RECONOCIMIENTO Y OBSERVACION	Dias							
4.00	TRABAJOS EN CONCRETO ARMADO	4.00							
4.01	ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	2							
4.01.01	Limpieza y retiro de escombros y liberacion de estructuras de concreto armado	1							
4.01.02	Escaneo ,identificación de los refuerzos longitudinales y transversal de columnas y vigas	1							
4.01.03	trazado y escarificado de Tarrajeo y material suelto	1							
4.01.04	Ejecución del ensayo, disparo de esclerómetro en zona localizada.	2							
4.01.05	Trabajo de Gabinete								
4.02	RESANE DE ZONAS DESCUBIERTAS	2							
4.02.01	Tarrajeo de Zonas descubiertas	1							
	Pintado de zonas tarrajeadas	1							

Anexo 5. Registro y fotografías de excavaciones en la calicata C-1

Proyecto: Escuela Primaria 2051 – El Progreso.

Ubicación: Av. Ignacio Prado # 2180- Carabayllo – Lima.

Consultor: CRCZ INVERSIONES EIRL.


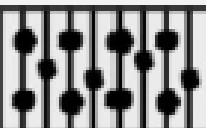
Fecha: noviembre 2020.

Calicata : C1

Cota: ----

Profundidad: 2.00 m

N.F.: No se encontró.

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIF. (S.U.C.S.)	SÍMBOLO
1.30	POZO A CIELO ABIERTO		Grava limosa con poca presencia de humedad, color marrón tipo beige y consistencia suelta.	GM	
2.00			Grava bien graduada con limo con poca presencia de humedad, color marrón tipo beige y de consistencia suelta	GW- GM	
3.00					
4.00					

OPERADOR : E.P. / J.G.L.

REVISADO : Ing. M.R.D.



Figura 75. Identificación de calicata C-1



Figura 76. Calicata C-1