



ESTUDIO DE MAPA DE PELIGROS NATURALES

DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO RIMAC
DE CERCADO DE LIMA

Ing. TEOFILO ALLENDE CCAHUANA

Estudio

PARA EL
DIAGNÓSTICO
DE LA MIRR





ESTUDIO:
ESTUDIO DE MAPA DE PELIGROS NATURALES
EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO RIMAC DE CERCADO DE LIMA
Ing. Teófilo Allende Ccahuana
Consultor Externo
Mayo del 2010

Equipo de Estudio:
Yuliana Valverde
Mardonio Farfán
Isabel Flores

PROYECTO:
Proyecto Ciudades Focales Lima - MIRR -PERÚ
"Reducción de la vulnerabilidad en la Margen izquierda del Río Rímac- Cercado de Lima- Lima"

EQUIPO DEL PROYECTO

Directores
Gina Chambi Echegaray
Carlos Escalante Estrada

Investigadora Principal
Gina Chambi Echegaray

Equipo de Trabajo
José Quispe Vilchez
Rafael Rodríguez Calle
Gabriel Soplin Villacorta
Héctor Candelario Huisacayna
Rubén Daga López
Rubén Vega Matos
Carlos Calizaya Luna

FOTOS Y MAPAS
Equipo Proyecto Ciudades Focales Lima – Perú

SEDE DEL PROYECTO
Natalio Sánchez 220 Piso 12
Teléf. 330 7274 / 330 7275
<http://ciudadesfocalesmirr.info/presentacion.html>
E-mail: correo@ciudadesfocalesmirr.info

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	6
1.1 INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO II GENERALIDADES DEL ESTUDIO	7
2.1 Antecedentes del Estudio	7
2.2 Objetivos del Estudio	7
2.3 Descripción del Estudio	7
2.4 Ubicación del Área de estudio.	8
2.5 Acceso y Vías de Comunicación.....	9
2.6 Condiciones climáticas	9
2.7 Asentamientos humanos	9
CAPÍTULO III FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO	11
3.1 Generalidades	11
3.2 Fase de Recopilación de Información Existente	11
3.3 Fase de Investigación de Campo.....	12
3.4 Fase de Ensayos de Laboratorio	12
CAPÍTULO IV ESTUDIOS BÁSICOS.....	13
4.1 Topografía del Área de Estudio	13
4.2 Geología del Área de Estudio	13
4.2.1 Geología Regional	13
4.2.2 Geología local.....	14
4.3 Geomorfología.....	19
4.3.1 Geomorfología Regional	19
4.3.2 Geomorfología local.....	19
4.4 SISMICIDAD.....	25
4.5 HIDROLOGIA	31
4.6 GEOTECNIA	34
4.6.1 Problemas planteados por los suelos en Ingeniería.....	34
4.6.2 Caracterización del suelo.....	38
4.6.3 Geotecnia del área de estudio	42
4.6.3.1 Clasificación de Suelos	42
4.6.3.2 Capacidad Portante de los Suelos	44
4.6.3.3 Agresividad del suelo	48
4.6.3.4 Zonificación Geotécnica	49

4.6.3.5 Problemas de estabilidad de talud.....	51
CAPÍTULO V MAPA DE PELIGROS NATURALES.....	53
5.1 INTRODUCCIÓN.....	53
5.2 Mapa de Peligro Naturales	53
5.2.1 SECTORES CRÍTICOS.....	53
5.2.2 PELIGROS NATURALES	60
5.2.3 Zonificación de Peligro Natural (Mapa Síntesis).....	74
CAPÍTULO VI MEDIDAS DE MITIGACION ANTE EFECTOS DE LOS PELIGROS NATURALES.....	77
6.1 Identificación de Áreas seguras para el Crecimiento y Desarrollo Urbano de la MIRR	77
6.2 Pautas técnicas	77
6.2.1 Pautas técnicas de Habilitación Urbana.....	77
6.2.2 Pautas técnicas de Habilitaciones nuevas	78
6.2.3 Pautas Técnicas de Edificaciones.....	79
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFIA.....	84

RESUMEN

El Estudio de Mapa de Peligros de la MIRR es producto del análisis y evaluación integral del grado de exposición de la MIRR o emplazamiento a los fenómenos naturales (sismos, inundación, deslizamiento, erosión, entre otros). De acuerdo a la información histórica y los resultados de estudios in situ de geología, geotecnia e hidrología; se identifican los peligros y grado de amenaza para el área urbana de la MIRR.

El área de la MIRR se asienta en material de cobertura de origen aluvial y en el sector Noreste en depósitos antropogénicos, y otros depósitos que ocupan menor extensión como los depósitos fluvial y de escombros. La configuración física consistió de rasgos como terrazas aluviales, cauce, taludes y colinas han resultado de los procesos hídricos, complejos y antrópicos, no se han encontrado rasgos físicos asociados a deformaciones tectónicas.

Lima Metropolitana se encuentra en una zona de alta sismicidad relacionada a la colisión de la Placa de Nazca y Sudamericana, y donde epicentros se han ubicado al Oeste de la ciudad. De igual manera el sismo que ocurrió en 1974 con una magnitud MS 8.0 y una intensidad VII-VIII MM, es considerado el de mayor magnitud en los últimos años, y en la zona de la MIRR la intensidad alcanzó el valor de VIII.

En la MIRR presenta un suelo grueso: un suelo de relleno representado por los depósitos antropogénicos con problemas de densificación y asociados a suelo poco estables, y un suelo de grava mal graduada (GW-GP) constituido por el depósito aluvial, los cuales presentan un comportamiento favorable para procesos constructivos.

El suelo gravoso (GP) se encuentra entre 0.80-2.00m. de profundidad tienen una cohesión de (0) y con ángulo de fricción interna (28.90 – 31.70), los suelos de relleno está expuesto a un asentamiento mayor de 1 cm. ante cargas externas mayor de 38 Ton/m². Mientras, en los suelos gravosos expuesto a un asentamiento menor de 1cm. ante cargas externas de 20 hasta 32 Tn/m².

El suelo entre 0.00 m a 2.00 m de profundidad, contiene concentraciones de sulfatos que pueden ocasionar un grado de alteración moderada a leve al concreto, por lo que se recomienda usar cemento Tipo I o similar.

Con la finalidad de zonificar la MIRR en relación al tipo de suelo y los parámetros geotécnicos se ha elaborado la zonificación geotécnica que comprende las Zonas: I, II, III y IV.

La MIRR se encuentra impactada por el peligro geológico, el peligro hidrológico, el peligro geológico climático y los problemas planteados por los suelos en ingeniería. La síntesis de los peligros naturales ha permitido reconocer la criticidad de los sectores, así la criticidad Muy Alto se encuentra en los sectores (I, IV, V, X, VII, VI y IX). En la criticidad Alta se encuentran los sectores (II, XI, XIV y XVI), con la criticidad Media se encuentran los sectores (III, XII y XIII). Por último, con la criticidad Baja se encuentra el sector (VIII).

Las medidas de mitigación ante efectos de los peligros naturales son: la identificación de Áreas seguras para el Crecimiento y Desarrollo Urbano en la MIRR los cuales son los sectores III y XIII. Los sectores menos seguros con presencia de peligros naturales y con ciertas limitaciones técnicas del territorio para el uso del suelo con interés urbano, se ubica al Norte de la MIRR (Sector II, IV, IX, XII, XIV y XV). Los sectores no seguros con peligros naturales y con limitaciones técnicas para uso de suelo con interés urbano, y con acentuados problemas de asentamiento de suelo se ubican al Noroeste de la MIRR (Sector I y II).

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

La margen izquierda del río Rímac (MIRR) se ubica en el área urbana de Lima Metropolitana, representa el límite entre los distritos de El Cercado y San Martín, y donde encuentra una población consolidada y en proceso de consolidación expuesta a problemas generados por procesos naturales.

Los procesos naturales ha generado condiciones inestables que impactan las infraestructuras como viviendas y vías, ante esto las acciones para reducir tales condiciones es importante la participación de las instituciones como el IMP.

El Instituto Metropolitano de Planificación, viene desarrollando el Programa de Reducción de la Vulnerabilidad de la Margen Izquierda del río Rímac (MIRR). El programa referido tiene como fin primordial lograr espacios físicos seguros, ordenados, saludables, atractivas cultural y físicamente, y con ello brindar la calidad de vida de las poblaciones asentadas en esta parte de la Margen.

Se han iniciado estudios e investigaciones con el fin de plantear medidas de mitigación ante problemas naturales, pero dichos estudios no consolidan dichas propuestas pues no han considerado el componente físico.

En este sentido, para plantear las propuestas de mitigación a partir de un Diagnóstico físico, se ha desarrollado el presente proyecto: “Estudio de Mapa de Peligros Naturales”, el cual comprende el reconocimiento de los indicadores como la Geología, Geomorfología, Hidrología, Sismicidad y la caracterización de los Peligros Naturales.

Así, se conformó un equipo técnico a cargo del Ingeniero Teófilo Allende Ccahuana e integrado por los egresados Yuliana Valverde, Mardonio Farfán e Isabel Flores para la elaboración del Estudio.

CAPITULO II GENERALIDADES DEL ESTUDIO

2.1. Antecedentes del Estudio

En el presente estudio se ha considerado como línea base la información de los aspectos: geológico, geomorfológico, hidrológico, sísmico y geotécnico, siendo escaso el estudio sobre los peligros naturales en la MIRR.

El IMP ha desarrollado los temas de la Defensas Ribereñas del río Rímac, así como ha logrado trabajar el tema de las variables urbanas y sociales en la MIRR, también el INGEMMET ha desarrollado los temas de peligros naturales en el ámbito de la Cuenca del río Rímac, el CISMID –UNI se ha ocupado de Lima Metropolitano en el tema de la microzonificación sísmica.

En general, en el ámbito de estudio no se ha desarrollado el tema físico en cuanto a los peligros naturales, dichos temas han sido en el ámbito regional. Asimismo, sólo se cuenta con la evaluación de las variables urbanas y sociales.

2.2. Objetivos del Estudio

Objetivos Generales:

- Hacer la caracterización del componente físico considerando los aspectos geológico, geomorfológico, geotécnico, sísmico e hidrológico de la MIRR.
- Definir el nivel de peligros naturales de las áreas críticas en la MIRR.
- Elaborar los mapas temáticos respectivos
- Proponer las pautas como medida de mitigación ante desastres naturales.

Objetivos específicos

En los componentes geológico y geomorfológico

- Evaluar el área de estudio considerando la distribución de los materiales terrestres, la configuración física actual del relieve de la MIRR y los fenómenos naturales que han logrado dicha configuración física.
- Identificar y analizar los diversos eventos naturales; fundamentalmente de origen geológico en el ámbito de estudio considerando la seguridad física de las áreas respectivas.
- Elaborar la síntesis de los peligros geológicos.
- Elaborar mapas temáticos referidos a los aspectos geológicos y geomorfológicos de la MIRR.
- Elaborar el Mapa Síntesis de Peligros Geológicos de la MIRR.

En el componente de hidrológico, sismicidad y geotécnico

- Definir el aspecto hidrológico local.
- Definir la sismicidad regional y la historia sísmica de la MIRR
- Definir los parámetros de peligro sísmico de la MIRR
- Definir la caracterización físico- mecánica del suelo,
- Obtener los parámetros geotécnicos a base de los resultados de la investigación de campo y de laboratorio, para el cálculo de la capacidad de carga del suelo de fundación, la agresividad química del suelo.
- Realizar las exploraciones geotécnicas con fines de una caracterización geotécnica y la elaboración del perfil estratigráfico del suelo.

2.3. Descripción del Estudio

En el estudio del Mapa de Peligros Naturales y Medidas de Mitigación ante desastres naturales de la MIRR, se han desarrollado las actividades siguientes:

- Organización de la base de la información secundaria.
- Evaluación y análisis de la información secundaria
- Trabajo de exploración campo

Para la información básica referida a la cartografía y de los estudios temáticos en la

MIRR, se ha desarrollado una recopilación de información existente procedente de instituciones tanto estatales como particulares siendo importante resaltar la información obtenida del INGEMMET, CISMID, UNMSM, INDECI-Lima y del Instituto Metropolitano de Planificación (IMP).

La recopilación de información obtenida ha comprendido los estudios básicos de geología, geomorfología, hidrológica, sísmica y geotecnia. De la información existente recopilada, se ha realizado una evaluación, análisis y clasificación de los datos, para determinar los fenómenos naturales que han impactado la MIRR.

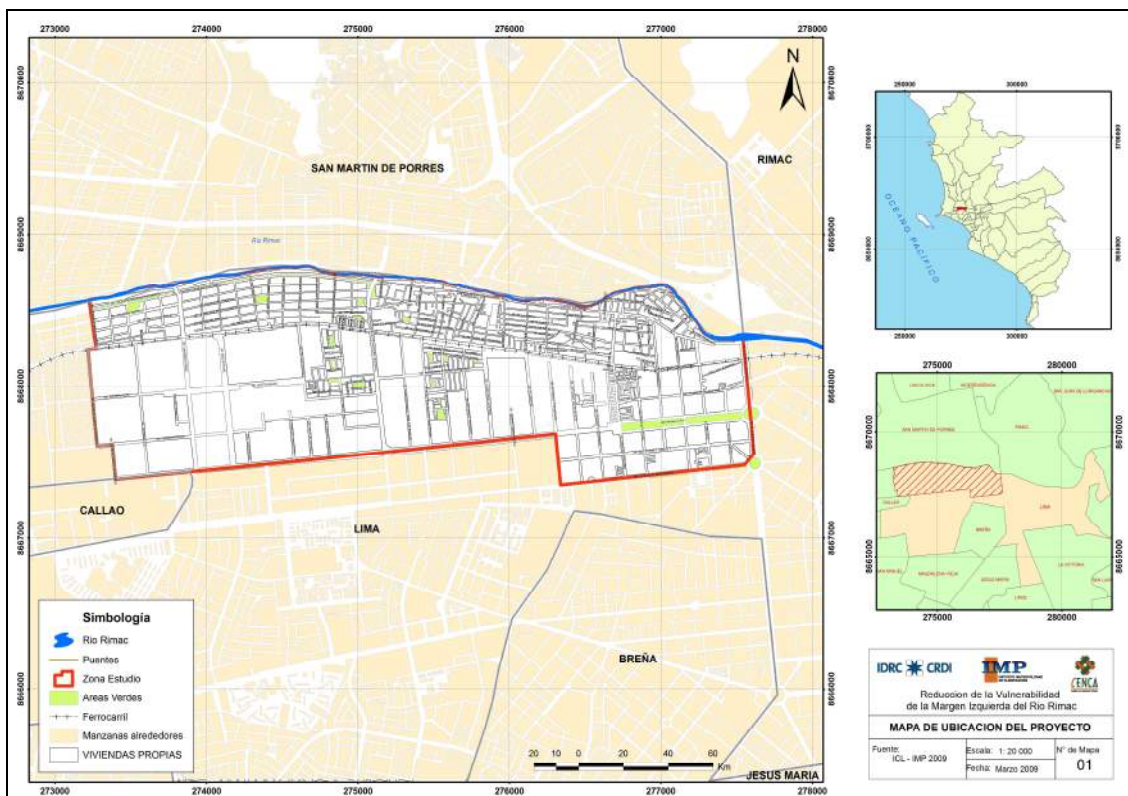
Las investigaciones de campo han consistido en realizar trabajos de exploración ubicando cortes de talud, zanjas y excavaciones ubicadas en el área del proyecto, donde se aplicaron técnicas y acciones específicas para obtener la información primaria.

Las labores de gabinete se han desarrollado con la información obtenida en las labores anteriores y su objetivo fundamental es obtener la zonificación en los temas geológico, geomorfológico, geotécnico, de peligros geológicos y geotécnicos, de manera que finalmente permitan definir los Mapas de Peligros Naturales.

2.4. Ubicación del Área de estudio.

El área de estudio está localizada dentro del Cono de Deyección del río Rímac; situada en la zona de la franja estrecha de la Costa Central del Perú, entre las estribaciones de la Cordillera de los Andes y el Borde Litoral a una altura aproximada a 50 m.s.n.m. De acuerdo a la división política el área de estudio se encuentra ubicada en la Región Lima, provincia de Lima y distrito Cercado de Lima, como se presenta en el Plano de ubicación.

El ámbito de estudio, está comprendido entre el límite del río Rímac por el Norte, las avenidas Colonial y Argentina por el Sur, las primeras cuadras de la Avenida Alfonso Ugarte por el Este y el limite distrital con Carmen de la Legua Reynoso por el Oeste.



PREPARADO: Equipo Técnico para el Estudio de Mapa los Peligros Naturales en la MIRR, 2010

De acuerdo a las Ecorregiones propuestas por (Brack, 2.004), el área de Estudio se encuentra en la Ecorregión del Desierto del Pacífico, la misma que se caracteriza por

ser cálida en verano (diciembre-marzo) y con neblinas en el invierno (mayo-noviembre) que cubren casi continuamente el desierto por influencia de las aguas frías de la corriente peruana. La cobertura vegetal es escasa, siendo más densa sólo en áreas fluviales y en las lomas.

Según J. Holdridge y Tossi (1960), el ámbito de estudio pertenece a la zona de vida "Desierto Desecado Subtropical, donde el promedio mínimo de precipitación total por año es de 44.0 mm (La Punta, Lima), la vegetación no existe o es muy escasa y presenta agricultura diversificada en valles costeros irrigados.

2.5. Acceso y Vías de Comunicación

El ámbito de estudio por encontrarse en la zona urbana de Lima Metropolitana presenta calles y avenidas que facilitan la comunicación de la población, las condiciones y la sección de las vías no son las adecuadas, debido a que el desarrollado urbano se ha producido a partir de la ocupación informal de la población, esto explica que algunas vías no están pavimentadas y son estrechas, se interrumpen en la continuidad por el trazo de las calles.

La MIRR presenta ejes viales que facilitan la comunicación con los demás distritos, dos paralelas a ella como las avenidas Argentina y Morales Duarez en dirección EW, y las otra dos transversales como las Av. Universitaria y la Av. Contralmirante Nicolás Dueñas en dirección NNW.

2.6. Condiciones climáticas

El clima de la cuenca atmosférica de Lima –Callao, es controlado por la interacción de tres factores semipermanentes:

- El Anticiclón del Océano Pacífico suroriental,
- La Cordillera de los Andes y
- La corriente de Humboldt.

Se considera que el clima es de permanente aridez debido:

- Establecimiento de un fenómeno de inversión térmica durante todo el año en los niveles bajos de la tropósfera de la costa peruana, por lo general con menor altitud, espesor e intensidad durante los meses de verano (la base a 255 msnm. y el tope a 596 msnm. y muy débil intensidad), la cual evoluciona hasta alcanzar su mayor altitud, espesor e intensidad al final del invierno (con base a 675 msnm. y tope a 1490 msnm. e intensidad de 5°C).
- Temperatura anual multianual, durante el verano, en las zonas cercanas a la costa, que oscila entre 20,2 a 25,8°C y entre 19,8 a 28,2°C en los distritos del este.
- Precipitación media mensual multianual que varía desde 10 mm/año cerca de la línea costera a 40 mm/año en los distritos del este.
- La velocidad del viento superficial varía entre 3 y 5 m/s con 4 a 8% de calmas, de direcciones S, SSW y SSE en la zona costera; en la parte central el viento varía entre 2 y 4 m/s, de direcciones SSW y WSW, con calmas entre 21 a 42%; y en el lado oriental el viento varía entre 3 y 5 m/s, de direcciones W, SSW y WSW con calmas en porcentaje de 20 y 40%.
- En la estación de verano los días tienen más de 50% de horas de sol; y en el periodo promedio desde inicios de otoño hasta finales de primavera, menos de 20%, debido a la nubosidad estratiforme que se debilita solamente durante la estación de verano.

2.7. Asentamientos humanos

El Uso del suelo de la MIRR es Residencial, donde se puede apreciar dos zonas claramente identificadas, la zona residencial consolidada que corresponde a la ocupación por las Urbanizaciones, etc. y las zonas en proceso de consolidación que corresponde a la ocupación informal de la población ocupada por los Asentamientos Humanos.

- a. La zona residencial que ocupa el sector entre la avenida Morales Duarez y la avenida Enrique Meiggs (vía férrea), ingresando en algunos casos a la zona industria-comercial, como son los AAHH: Quinta Bolognesi, Trabajadores

municipales, Asociación de vivienda Cahuide, Ascope, Quinta Fátima, San Antonio, Enrique Meiggs, Asociación de vivienda García Villón, Marginal permanente de pobladores Ramón Carcomo, Enrique Palacios, Consuelo Velasco, 1º de octubre El Rescate, Urbanización Parque Unión, 1º de setiembre (Palermo), Quinta Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de enero. Esta zona presenta mayor infraestructura de servicios básicos.

- b. Zona localizada en el tramo Norte del ámbito de estudio, límite de la margen izquierda del río Rímac, sector Norte de la avenida Morales Duarez, donde se encuentran hasta seis (6) AAHH: barrio obrero 1º de mayo, barrio obrero 2 de mayo, tres de mayo, Comité N° 01, Vicente Morales Duarez, 9 de octubre Primera etapa y 9 de octubre Segunda etapa. En esta parte, la zona se caracteriza por ausencia de algunos servicios básicos.

CAPITULO III FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

3.1. Generalidades

La construcción de los temas que son objetivo del presente Estudio, ha seguido una metodología que comprende las siguientes fases:

- **Recopilación de información existente**

Comprende el acopio de la información secundaria como cartográfica y bibliográfica contenida en estudios, informes técnicos y/o similares, relacionados básicamente a geología, geotecnia, mecánica de suelos e hidrología y lo referente a peligros naturales, para la investigación específica en el área de interés y sus alrededores más cercanos.

- **Investigaciones de campo**

Comprende las actividades y acciones específicas que se desarrollan en el ámbito de estudio para obtener información precisa in situ referida a los objetivos del presente Estudio, y que permitan desarrollar los estudios básicos correspondientes.

- **Propuesta de Ensayos de laboratorio**

Comprende las acciones para la exploración Geotécnica, la cual consiste en ubicación y la excavación de calicatas, la selección, extracción y recolección de las muestras, y la ejecución de los ensayos para determinar las propiedades índices del suelo según las Normas Técnicas. Se adjunta el mapa de ubicación de calicatas, para que se tome la decisión de realizar las excavaciones y extracción de muestras de suelo.

- **Trabajos de gabinete**

Comprende las acciones para la organización y la evaluación de la información secundaria y primaria, con las cuales se desarrollarán los Estudios Básicos correspondientes y finalmente preparar los Mapas de Peligros.

3.2. Fase de Recopilación de Información Existente

Para efectos de desarrollar cada uno de los Estudios Básicos: Geología, Geotecnia, Hidrología y de Peligros Naturales se ha procedido a la recopilación y organización de la información secundaria.

Para el componente geológico y geomorfológico se ha revisado la información de:

- Geología de los Cuadrángulos de Chancay, Chosica, Lima y Lurín – Boletín Nº 43 Serie A, INGEMMET, donde se destaca la información regional de los aspectos geológicos y tectónicos y la información tiene un alcance regional Cono de Deyección y parte baja de la cuenca del río Rímac.
- Tectónica cenozoica de la margen continental peruana- Trabajo de investigación relacionada de la evolución tectónica del cenozoica que han influenciado en la distribución de los materiales del cuaternario en la costa del Perú, tema presentada por José Macharé, M. Sébrier, David Huamán & J. L. Mercier, Tomo Nº 76, Boletín Soc. Geol. Perú Nov. 1986.

Con la información secundaria revisada se ha elaborado los estudios básicos de la MIRR, donde se han caracterizado los materiales terrestres que se distribuyen en la MIRR, y definido los impactos generados por los fenómenos naturales de origen geológico.

Asimismo, en esta fase del estudio; fue importante la información relacionada a los procesos exógenos y endógenos, que permitan determinar las zonas susceptibles por estos procesos, para lo cual se ha revisado la siguiente información:

- Estudio Geodinámico de la cuenca del río Rímac – Bol. Serie C INGEMMET-1988, la cual comprende se realiza destaca los temas Geomorfológico y de los Fenómenos Naturales en la cuenca del río Rímac.

- En el Informe Técnico: Renovación urbana en el Cercado Oeste Vol I y II, IMP-1998, se identifica sectores de la MIRR con problemas hidrológicos y plantea las medidas de defensa ribereña.
- En el Informe Técnico: Estudio de Identificación de zonas de riesgo en el Cercado de Lima y el Agustino, COOPI- 2008, donde se tiene con objetivos específicos de identificar los peligros y vulnerabilidad de la MIRR, así como ubicar áreas más seguras al interior (y/o) al exterior de las zonas indicadas para el manejo de una emergencia.
- En los trabajos de Investigación realizado por el CISMID como la Microzonificación Sísmica de Lima y Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en Lima y Callao, se ha destacado la caracterización sísmica y geotécnica de Lima Metropolitana, con fines de identificar sectores con problemas de suelo y plantear las medidas de mitigación.
- Características generales de la tectónica y la sismicidad en el Perú, trabajo de Investigación. IGP. 2000. presentado por Pomachagua P., O., donde hace un análisis de las zonas sismogénicas que se distribuyen en la región del centro del Perú.

Con la información secundaria y el análisis de las imágenes de satélite se ha definido la configuración física y los fenómenos que han dado lugar.

Para el caso de los peligros hidrológicos se han tomado como fuentes de información a las instituciones públicas (INDECI, INRENA, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y organizaciones no gubernamentales (Centro de Estudios y Prevención de Desastres PREDES, entre otros), y los reportes científicos relacionados con la calidad del agua del río Rímac. Con la información secundaria, se ha definido influencia de las precipitaciones pluviales en el caudal del río Rímac.

3.3. Fase de Investigación de Campo

Para realizar la evaluación del componente Geológico y de Seguridad Física de la MIRR con énfasis en las áreas urbana críticas, se ha desarrollado las siguientes actividades de campo:

- Reconocimiento de los materiales terrestres (rocas y suelos), evidencias de rasgos estructurales desarrollados por las deformaciones terrestres, y los aspectos geomorfológicos como consecuencia de la evolución de esta parte de la corteza terrestre.
- Levantamiento geológico y geomorfológico de las áreas urbanas, adyacentes y de expansión urbana.
- Evaluación de las áreas susceptibles a la peligrosidad por los fenómenos de origen geológico con énfasis en las áreas urbana y de expansión urbana.

Para las investigaciones geotécnicas del presente Estudio se ha programado la excavación de 10 calicatas distribuidas preferentemente en las zonas donde se puede tener mayor incidencia de los problemas por las propiedades del suelo, con la información del suelo (clasificación y caracterización del suelo), será la base para una zonificación de peligros y para lo cual se adjunta el Mapa de calicatas.

Hasta la entrega del presente documento, las autoridades no han tomado la decisión para hacer la excavación de estas calicatas. Sin embargo se aprovechó la información secundaria y de campo para formular los problemas debido al tipo y propiedades del suelo.

3.4. Fase de Ensayos de Laboratorio

Por las circunstancias de la zona no se ha realizado las excavaciones para extraer muestras de los ensayos de laboratorio.

CAPITULO IV ESTUDIOS BÁSICOS

4.1. Topografía del Área de Estudio

El área de estudio está asentada en un relieve extenso de forma plano ondulada con una pendiente de 5° en dirección de Este a Oeste, y con una altitud promedio de 80 msnm. Esta superficie está recortada por superficies subverticales hasta verticales las cuales caracterizan la configuración física actual del área de estudio.

4.2. Geología del Área de Estudio

En esta parte se destacan las diferentes unidades litológicas que se distribuyen en la margen izquierda del río Rimac (MIRR), reconociendo las características litológicas, los rasgos estructurales, y evaluando el estado de conservación de los materiales frente a los procesos naturales, con lo cual se obtiene el Mapa Geológico de la MIRR.

4.2.1. Geología Regional

a. Introducción

La cartografía geológica elaborada por el INGEMMET y publicada en el cuadrángulo de Chancay, Chosica, Lima y Lurín del Boletín N° 43, describe la geología en el contexto regional que incluye Lima Metropolitana y la parte baja de la Cuenca del río Rímac, donde los materiales terrestres consisten principalmente de depósitos sedimentarios y en menor extensión de roca de basamento.

Los depósitos sedimentarios están reconocidos con la denominación de Depósitos Cuaternarios, conformados por depósitos aluviales del Cuaternario Reciente y la roca de basamento consisten en rocas de origen ígneo plutónico y sedimentario, y está representado en el Mapa geológico de la MIRR.

En razón a los objetivos del presente Estudio, cuyos fines son básicamente ingenieriles y de planificación regional, se ha orientado la descripción litológica para facilitar la interpretación de los diferentes materiales emplazados y comprometidos en la problemática que se estudia (peligros naturales), así como para fines de uso del suelo con interés constructivo se ha tratado el aspecto de la litología: macizo rocoso y material de cobertura.

b. Litología

Macizo rocoso

Comprende las rocas de origen ígneo plutónico que se distribuyen al Este de Lima Metropolitana, y esta conformando una estructura ígnea denominada Batolito de la Costa:

b.1 Batolito de la Costa

Conforma la cadena de cerros (Cerros San Cristóbal, el Altillo y Cerros de la UNI), que se levantan al Este de Lima Metropolitana, que se caracterizan por un relieve irregular de bajas altitudes, constituidas por rocas ígneas plutónicas de composición intermedia (cuarzo y silicatos félsicos) y consisten de granodiorita.

El macizo rocoso se encuentra en estado de alteración por procesos de meteorización física y química, y que en un proceso lento genera suelos finos y gruesos que en forma lenta aportan materiales a los depósitos aluviales.

Material de cobertura

Consiste en el material inconsolidado que se extienden en la faja de la costa de la parte central del Perú.

Estos materiales conforman el suelo donde se encuentran asentados los distritos de Lima Metropolitana y se distribuye entre el borde litoral por el Oeste hasta las prolongaciones de la cadena de Cerros por el Este.

El material de cobertura recibe la denominación de depósitos marinos y aluviales en atención al origen, evolución, posición y acumulación de estos, así:

b.2 Depósito marino (Q- m)

Los depósitos se distribuyen a lo largo del borde litoral ocupando espacios de diferentes extensiones, y están conformando las playas al Oeste de Lima Metropolitana.

Se trata de depósitos constituidos por materiales predominantemente arenosos transportados y acumulados por las corrientes marinas, y por los materiales que resultan de la destrucción del acantilado por la acción erosiva del mar. Considerando las características de los materiales, la distribución y posición se ha identificado como depósitos marinos recientes.

b.3 Depósito aluvial (Q-al)

Estos depósitos ocupan una mayor extensión en la parte baja de los valles de los ríos de la costa conformando los conos de deyección y las planicies aluviales de los ríos Chillón y Rímac.

El depósito se ha formado por la acción de los ríos que bajan de la vertiente occidental andina, donde erosionan a las rocas antiguas. El río acumula los materiales en la parte baja de la vertiente donde distribuyen los materiales finos (arcilla y limo) y gruesos (grava y arenas). Por la posición y el tiempo de formación de los materiales, los depósitos pueden ser tratados como depósitos aluviales antiguos (pleistocénicos) y recientes (holocénicos).

4.2.2. Geología local

El levantamiento de la información geológica ha comprendido el ámbito de estudio de la MIRR; donde se ha delineado el contorno de las unidades litológicas en base a información secundaria y las observaciones de campo en sitios tales como zanjas de cimentación, zanjas para tendido de redes de agua y desagüe.

La información geológica fue comparada con la información geomorfológica, geotécnica e hidrológica de manera que ha permitido de una manera fácil y rápida confirmar la información mediante indicadores geológicos de campo.

Por lo tanto, el contexto geológico de la MIRR consiste principalmente de material de cobertura que se presentan en diferentes tipos y corresponde al cuaternario, como son los depósitos aluviales, fluviales, de escombros todos generados por la acción hídrica, y los depósitos antropogénicos generados por las actividades del hombre.

Las unidades litológicas, de la antigua a la más reciente se presentan en el Mapa Geológico y mantiene la descripción siguiente:

a. Material de cobertura

Consiste en materiales inconsolidados acarreados y acumulados por las aguas superficiales y por el hombre. Por la disposición y correlación con depósitos que se extienden en los otros distritos, se ha reconocido en el área de estudio y consisten en los depósitos aluviales antiguos, fluviales, de escombros y antropogénico, cuya relación entre los depósitos se presenta en el siguiente cuadro:

MATERIAL DE COBERTURA		DESCRIPCION
DEPOSITOS QUATERNARIOS RECIENTES	Qr - SC	Depósitos de escombros: ubicados en la base del talud, son acarreados por la acción de la gravedad y por la acción hídrica, está conformado por los desmontes y clastos
	Qr - an	Depósitos Antropogénicos: estos depósitos presentan profundidades variables hasta una profundidad de 8m.
	Qr - fl	Depósitos Fluviales: depósitos ubicados en el cauce del río presentando tamaños diferentes que son traídos en las grandes venidas del río y al disminuir su fuerza de transporte estos materiales quedan depositados en los lechos de su cauce.
	Qr - al	Depósitos Aluviales: Estos depósitos aluviales se encuentran sobre un basamento rocoso que se encuentra a profundidades que varían hasta los 100. (CISMID), consisten en gravas, con bolones de 20 cm a 60 cm, arena y material limo-arcilloso

a.1 Depósito aluvial antiguo

El depósito conforma el suelo sobre el cual está asentada la zona urbana de Lima Metropolitana y desarrolla una terraza aluvial que tiene una altura de 1 a 2 metros y los taludes que limitan el cauce del río Rímac.

El depósito aluvial antiguo está constituido por gravas, con bolones de 20 cm a 60 cm de diámetros, arena y limo-arcilloso. Las partículas de arena y limo-arcilloso constituyen la matriz en mayor o en menor grado y las partículas finas conforman lentes de espesor variable dentro de las gravas, esta disposición de los constituyentes hacen que el depósito mantenga una consistencia.

Se estima que el espesor del depósito aluvial es diferente y puede alcanzar un espesor máximo de 200 metros en otros sectores de Lima Metropolitana.



Foto: Un conjunto predominante de grava gruesa con limo y arcilla conforma el depósito aluvial.

En la zona de la MIRR el depósito aluvial se extiende hacia la parte central y oeste del área, conformado en un estrato superior de suelo limoso cuyo espesor varía entre 0.5 y 1.5 m., y presenta una carga portante de 3 a 4.5 Kg/cm², por eso son considerados suelos de buenas características portantes para la construcción, y continua en

profundidad un estrato grueso de gravas de guijarros con arcilla y limo.

El depósito está expuesto a una erosión hídrica que tienden a mantener el talud que limita el cauce del río.

Se debe anotar que la capa superior ha sido permanentemente removida por la actividad agrícola y la acción de las aguas superficiales, y actualmente es modificado para la construcción de infraestructura física como vías, viviendas y redes de alcantarillado.

En general, la zona urbana del MIRR se encuentra asentada en los depósitos aluviales del cuaternario antiguo, constituido por gravas, arenas, limos y arcillas donde las partículas finas se presentan como materiales cementantes. La parte superior del suelo está sometido a modificaciones por agentes naturales y del hombre.

a.2 Depósito fluvial

Corresponde a acumulaciones de materiales en el cauce del río Rímac al norte del área de estudio, donde el acarreado y depósito de materiales se deben a la acción hídrica, y a la acumulación de residuos sólidos y desmonte producidos por la población. El depósito está constituido de grava de bloques y guijarros que son fragmentos de roca de origen ígnea, de forma redondeada y tamaño diferente, que tienen una distribución irregular. Además, de los residuos sólidos domiciliarios y desmonte que vierte la población ante la falta de servicio de limpieza pública por estos sectores.

Estos depósitos tienen una distribución irregular en el cauce, principalmente generado por la forma y ancho reducido del cauce, y la gradiente, siendo la acumulación irregular de los materiales un obstáculo que facilita el depósito de los materiales, con lo cual se genera el golpe hidráulico hacia las márgenes del río debilitando la base del talud y ocasionando el colapso del mismo, la tendencia a una acumulación persistente de materiales ocurre entre el Puente Dueñas y la Av. Universitaria.



En general, en el cauce del río Rímac se encuentra acumulaciones de gravas de bloques y guijarros que representan los depósitos fluviales, estos depósitos se producen por la baja energía hidráulica, forma del cauce y la escasa gradiente del cauce. La acumulación irregular genera el golpe hidráulico hacia las márgenes debilitando el talud.

Foto: Gravas gruesas se ubican en el cauce del río conformando los depósitos fluviales.

a.3 Depósito de escombros

Son acumulaciones de materiales ubicados en la base del talud, y formados por los procesos gravitatorios. Estos depósitos consisten de una mezcla de arena, limo, arcilla y guijarros y bloques, e inclusive el depósito incluye residuos sólidos y desmonte, son inconsistentes.

Los depósitos ocupan una extensión reducida y tienen una distribución en el cauce del río Rímac en los sectores donde existe desprendimiento de talud y en sectores donde la población dispone los residuos sólidos al aire libre.

El aspecto importante de la zona donde se encuentran estos depósitos, es la fuerte pendiente y el factor humano que alteran el equilibrio natural de los taludes provocando el colapso de los taludes.

En general, los depósitos de escombros consisten en gravas, residuos sólidos y desmonte y se ubican en la parte baja del talud, y en los sectores donde se ha producido desprendimientos y derrumbes de talud.

a.4 Depósito antropogénico

Comprende la acumulaciones de materiales generados por el hombre, conformando uno de los antiguos botaderos de basura de la ciudad de Lima, estos depósitos se encuentran repartidos mayormente en la parte noreste del área de estudio.

Según las fuentes consultadas (fotografías aéreas del 1940), el sector noroeste de la MIRR fue usado como botadero de basura, y donde la basura acumulada no fue adecuadamente tratada.

Los depósitos antropogénicos consisten en residuos sólidos domiciliarios, material de desmonte y escombros de viviendas y de construcción que se encuentran sin consolidación. Se ha observado en el talud que limita el cauce del río que estos depósitos tienen un espesor de 6 metros aproximadamente y cubren los depósitos aluviales.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones se indica que los suelos conformados por residuos sólidos no tienen condiciones estables para el emplazamiento de las viviendas. Dichas viviendas corresponden a las organizaciones vecinales como: Barrió Obrero 1 de Mayo, Barrió Obrero 2 de Mayo, tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez, Conde De La Vega Alta, José Gálvez Barrenechea Conde De La Vega Baja, Chabuca Granda y Villa María Del Perpetuo Socorro.

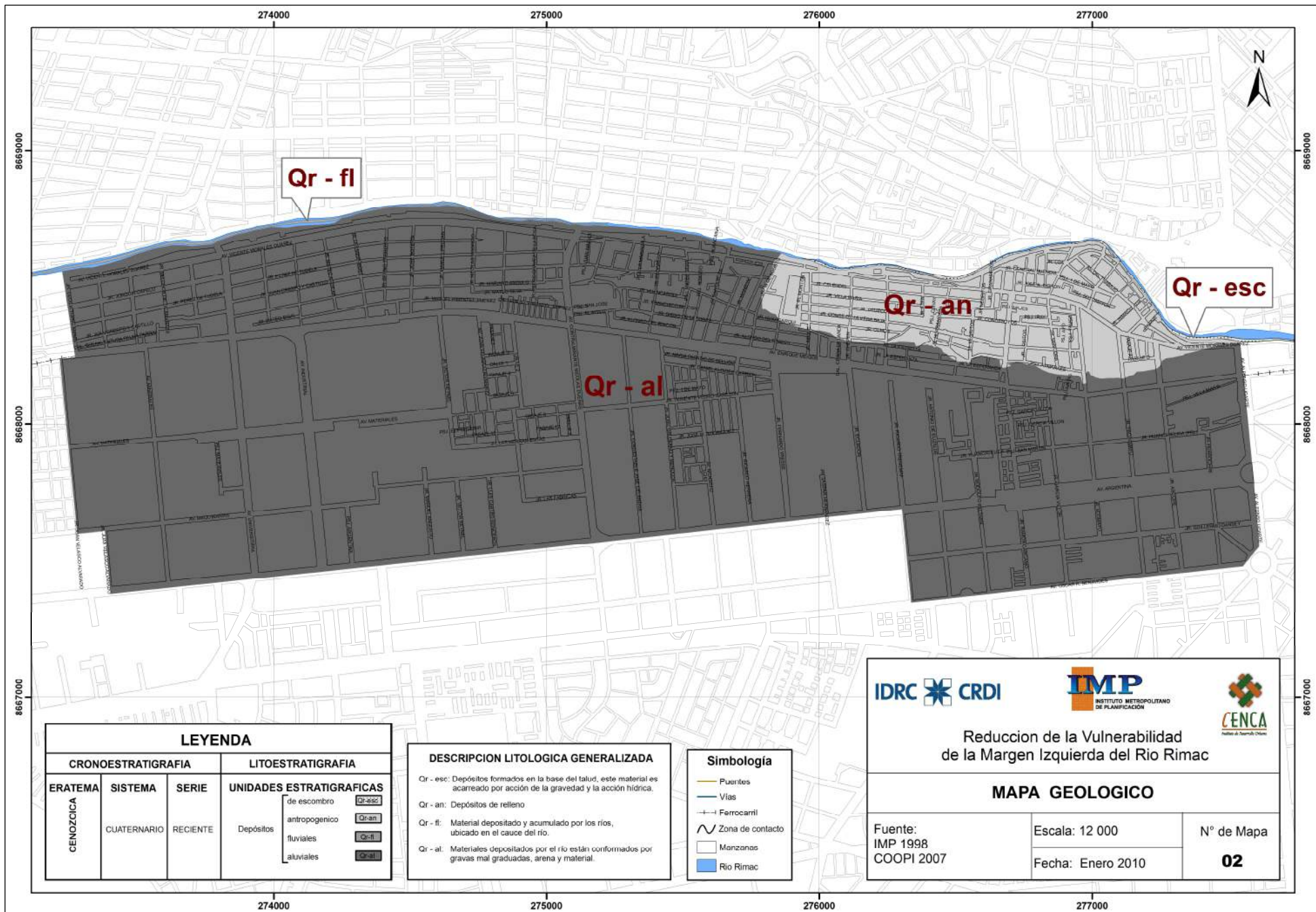
En otros sectores las acumulaciones de basura han formado cerro artificial de basura sin compactar como el denominado "El Montón", la cual en inspecciones oculares hechas por personal de SUMSEL en los años 1985 y 1986 la basura se encontraba en proceso de combustión interna.



Foto: Acumulaciones de residuos sólidos recientes a un costado del sector El Montón

Por observaciones hechas en campo e información proporcionada por SEDAPAL, Otras elevaciones pequeñas en la MIRR son al igual que "el montón" acumulaciones de basura sin tratamiento. Sin embargo por la antigüedad de los asentamientos humanos en los botaderos, se descarta la posibilidad de que al interior de ellos aún se encuentren en proceso de descomposición.

En general, antes de 1940 la parte noroeste de la MIRR se acumulaba la basura formando los botaderos de basura, el suelo formado por estos materiales presenta condiciones no favorables para uso de viviendas, situación que actualmente se observa en la Av. Morales Duarez donde las viviendas están ligeramente inclinadas y donde existe ruptura de las redes de alcantarillas generando atoros permanentes, en este suelo se encuentran organizaciones vecinales como: Barrió Obrero 1 de Mayo, Barrió Obrero 2 de Mayo, tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez, Conde De La Vega Alta, José Gálvez Barrenechea Conde De La Vega Baja, Chabuca Granda y Villa María Del Perpetuo Socorro.



PREPARADO: Equipo Técnico para el Estudio de Mapa los Peligros Naturales en la MIRR, 2010

4.3. Geomorfología

Comprende la evaluación de las diferentes formas de relieve y los procesos naturales asociados. La evaluación se inicia teniendo en cuenta el contexto regional para tener una explicación consistente del contexto local, para definir los fenómenos naturales que impactan la MIRR.

4.3.1. Geomorfología Regional

El contexto regional se extiende de Lima Metropolitana y parte baja de la cuenca del río Rímac, y la configuración física comprende formas de relieve que se han producido por la acción de procesos hídrico, marino, tectónico y epirogénico.

Así, el proceso hídrico se produce por la intervención de las aguas superficiales representado por el río Rímac, la cual ha tenido mucha influencia en la conformación física donde ha formado el Cono de Deyección. Esta forma de relieve se caracteriza por la forma de un cono con el ápice ubicado a la altura de Ate Vitarte y una amplia base que coincide con el borde litoral, y consiste en una amplia superficie de forma plano ondulado ligeramente inclinada y donde se encuentra los principales distritos de Lima Metropolitana.

El efecto combinado del proceso hídrico y el levantamiento del continente, ha controlado el desarrollo del cauce del río Rímac, la cual se ha formado en los depósitos aluviales del cuaternario. El cauce se caracteriza por una forma recta y en otros con tramos ligeramente sinuosos, y con anchos variables de 300 metros y anchos reducidos de hasta 20 y 25 metros. Principalmente no presenta profundidad notable, sólo a la altura de los Puentes Ejército y Dueñas el cauce se caracteriza por la profundización del cauce.

La influencia de la acción marina ha desarrollado el borde litoral, la cual se ha configurado en los depósitos marinos donde ha perfilado la bahía Chorrillos-Miraflores y Callao-Márquez, Punta, Playas, Islas y Acantilados marinos formados en roca de basamento y depósitos aluviales.

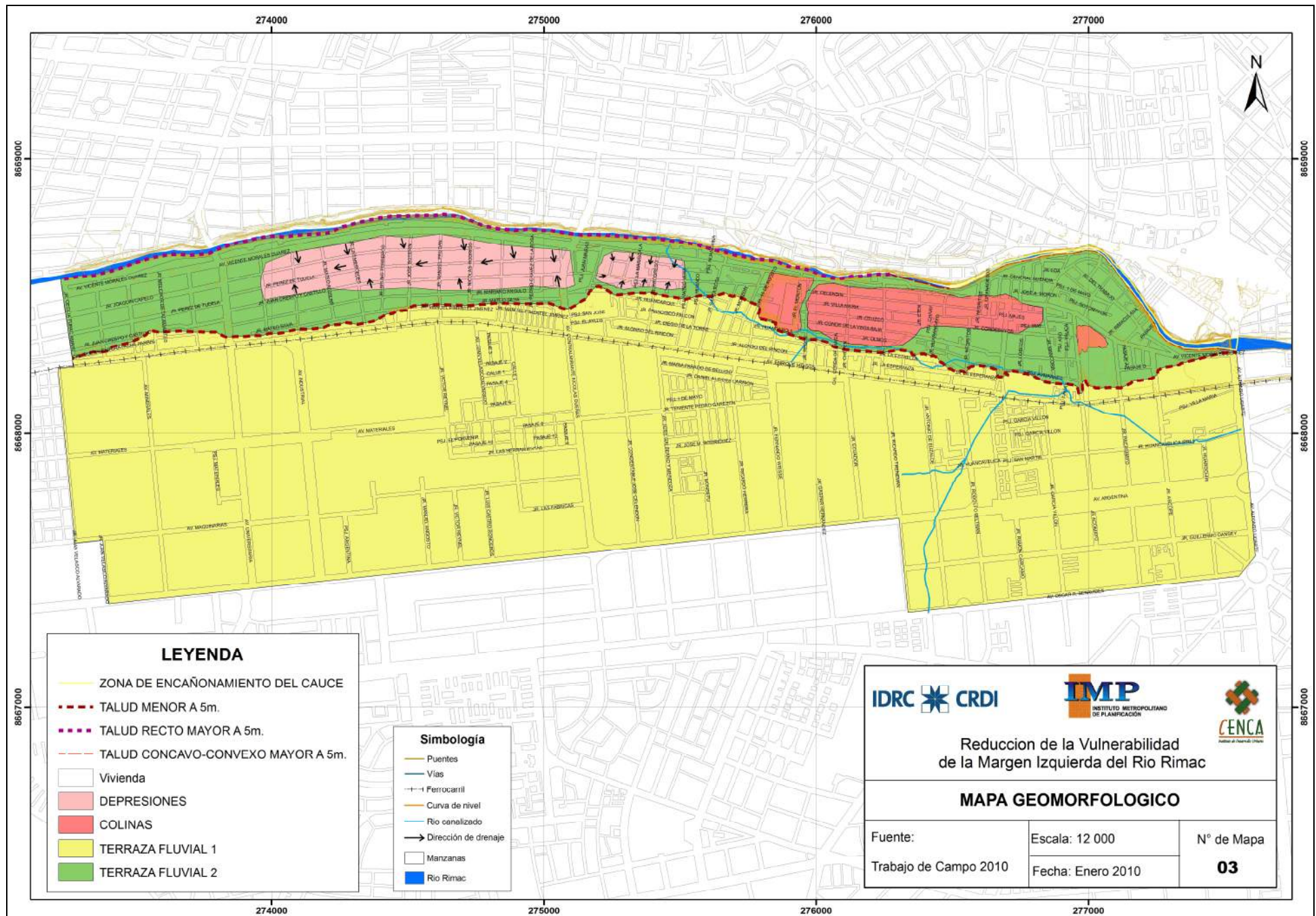
Al Este, la ciudad de Lima se limita con las prolongaciones del flanco disectado de la cordillera de los Andes formado como una consecuencia de los procesos tectónicos y el levantamiento del continente. El relieve se presenta por un conjunto de cerros que tienen un desarrollo prominente hacia el Este, se caracteriza por la forma irregular, accidentada y recortada por ríos y quebradas.

En general, en el contexto regional los diferentes relieves se han generado por procesos hídricos, epirogénicos y tectónicos, que han configurado el borde litoral, el cono deyección donde se ubica el área del presente estudio, el cauce del río Rímac, las colinas y las prolongaciones del flanco disectado de la cordillera de los Andes.

4.3.2. Geomorfología local

En la MIRR se destacan relieves que han adquirido diferentes formas y se han desarrollado en depósitos aluviales y antropogénicos. Dichas formas representan modificaciones del relieve debido a los procesos hídricos, gravitacionales y la actividad antrópica.

En general, las formas de relieve están representadas por la planicie aluvial, terraza aluvial, cauce, taludes y pequeñas colinas, y están localizados en el Mapa Geomorfológico.



PREPARADO: Equipo Técnico para el Estudio de Mapa los Peligros Naturales en la MIRR, 2010

Relieves generados por los procesos hídricos

Son formas de relieves desarrollados en los depósitos aluviales, cuando el río arrastra una carga de materiales, los cuales son arrancados del basamento rocoso y acumulados los materiales en la zona donde existe escasa gradiente como en la parte baja de la cuenca del río Rímac, donde definen formas como la planicie aluvial y el cauce.

a. Planicie aluvial

Corresponde a una forma de relieve que se caracteriza por la amplia extensión y donde se ha emplazado la Asentamientos Humanos de la MIRR, donde inicialmente existían áreas agrícolas, una parte fue usado como un botadero de basura, y actualmente el uso del suelo es urbano.

El relieve consiste en un plano algo ondulado y con una pendiente al suroeste. Además, el relieve representa formas desarrolladas por la coalescencia de materiales acarreados y depositados por el río Rímac.

Actualmente, la modificación del relieve es generado por la actividad del hombre como el trazo de vías, construcción de viviendas y áreas verdes, y por la acumulación de los residuos sólidos. La modificación de relieve tiene la influencia de la acción de las precipitaciones pluviales y mal manejo de las aguas de regadío que se realiza en las áreas verdes, la cual realiza el arrastre lento de los componentes del suelo.

La acción hídrica, el levantamiento del continente, y la acumulación de materiales en una zona de escasa pendiente, generan formas como el cauce del río y las terrazas aluviales que corresponden a la configuración física de la MIRR.

b. Cauce

El cauce del río Rímac representa el límite norte del área de estudio, se caracteriza por la forma encañonada, donde tiene una forma algo recta y un ancho que puede alcanzar los 20-25 metros en promedio y una longitud de 4 km. en el ámbito de estudio.



Foto: La forma encañonada del río Rímac, donde se puede observar, taludes de 15-18m de altura a la altura del Puente del Ejército

Asimismo, en el cauce se observa la acumulación de los depósitos fluviales y residuos sólidos, donde forman islas bastante irregulares y pequeñas playas de arena y grava ubicadas en la margen del cauce.

El cauce corresponde a la forma de relieve que depende de dinámica del río, tipo de drenaje y naturaleza de suelos que conforman sus

márgenes. También está relacionada con descargas o avenidas máximas, a las lluvias en la cuenca del río Rímac y al levantamiento de la corteza terrestre, y no se ha detectado que la forma encañonada del cauce tiene una influencia tectónica.

A continuación se presenta hipótesis sobre la forma encañonada del cauce del río Rímac:

- Con la construcción del puente del Ejército en 1935, el cauce del río que llegaba en este punto a más de 500 m. de ancho fue reducido a un canal de 60 m. El lecho antiguo del río, que todavía se ve divagando en 1944, empieza a encañonarse por el proceso de socavación fluvial. La socavación se inició

durante los 30 años posteriores a la construcción del Puente del Ejército y fue de 4 m. al pie del puente con una velocidad de 13 cm/año (DIAGNÓSTICO AMBIENTAL MARGEN IZQUIERDA DEL RIO RIMAC CERCADO DE LIMA, 2008),

- El cauce del río Rímac ha sufrido un proceso de incisión y estrechamiento del cauce por la construcción de obras civiles (Puente Dueñas y encauzamiento) y por la acción antrópica que realiza el vertimiento de residuos sólidos en el cauce (Use of a Rock Ramp for Grade Control-dueñas Bridge Case, J. Kuroiwa, A. Mansen and E. Rodriguez-2004).

El cauce del río Rímac influye en las condiciones de estabilidad de las márgenes y en la seguridad física de las poblaciones y de otras infraestructuras físicas ubicadas en el borde del talud, como se observa a lo largo de la MIRR.

c. Terrazas aluviales

Conforma relieves que corresponden a la antigua llanura de inundación del río Rímac se caracteriza por la superficie plana limitada por un plano subvertical moderadamente inclinada.

En la MIRR se ha identificado hasta dos superficies (t_0 y t_1) con un desarrollo longitudinal separada por una superficie inclinada y donde existe un desnivel de 5 metros entre las superficies.

Las terrazas son una forma de relieve que se ha adaptado a la acción de río y la actividad antrópica, la superficie inferior se encuentra recortado por un plano subvertical que limita el cauce del río por el Norte, y en el otro extremo representa la continuidad de la planicie aluvial.

Este forma de relieve se ha configurado en el depósito aluvial (Qr-al), que ha sido permanentemente modificado por la inundación y la erosión fluvial y la actividad antrópica.

En la MIRR el desnivel observado a lo largo de las avenidas Meiggs y la Av. Morales Duarez, no excede los 2.5m a 5.0m, el límite de la terraza (t_0), correspondería al talud del río.

GEOFORMA	PROCESO NATURAL
Terraza Aluvial	Inundación y sedimentación

En general, las terrazas aluviales se caracterizan por presentar materiales de buenas características portantes para la construcción, por lo que está superficie se desarrolla la mayor parte de las unidades vecinales.



Foto: Las terrazas aluviales t_1 y t_0 están por un desnivel de 5m.

Relieves generados por los procesos complejos: hídrico, gravitacional y antrópico

Corresponde al talud, una forma de relieve que se caracteriza por la posición subvertical y vertical de la superficie, la cual adquiere formas desde rectas hasta cóncavo convexa. Dicha superficie se forman por las condiciones de inestabilidad de los materiales y a la acción de los procesos hídrico, gravitacionales y antrópicos.

En la MIRR, los taludes se caracterizan por corresponder a una superficie desarrollado en los depósitos aluviales que se mantiene en una posición subvertical con una altura de 18 metros, y donde se han definido hasta dos tipos de taludes: recto y cóncavo-convexo.

- Talud cóncavo convexo

Corresponde al talud que limita el cauce del río Rímac, la cual desarrolla una forma algo sinuosa desde el puente 1º de Mayo hasta el puente 3º de Mayo.

El talud adquiere una forma cóncavo-convexo t sigue la dirección del río, y se estima que tiene una altura de 18m, en algunos sectores se encuentra con intenso humedecimiento debido a la percolación constante de las aguas residuales que son vertidas al río por las tubería, en otros sectores se observa una cubierta de una vegetación de arbustos, y en otros el talud se encuentra cubierto por residuos sólidos.

Foto: Talud de 18m de altura donde se observa humedecimiento del talud y la cubierta de una vegetación arbustiva



En esta parte de la MIRR el talud se presenta en condiciones inestables porque existen sectores donde porciones del talud han colapsado para formar los depósitos de escombros. Las condiciones de inestabilidad del talud se producen por los trabajos de remoción de materiales que la población hace en la parte alta del talud para adecuar el suelo y construir las viviendas e instalar tuberías. Otro factor es el impacto del río en la parte baja del talud donde debilita la base del talud, las condiciones de inestabilidad del talud pueden ser acentuadas por los movimientos sísmicos de la zona, y en menor aporte la acción del viento que en esta parte tiende lentamente a golpear las paredes del talud.

- Talud recto

A partir del puente peatonal 3 de Mayo y hasta el límite oeste del área de estudio, el talud continúa en una forma algo recta, donde la altura del talud tiende a alcanzar altura > 18 y con un posición menos vertical y tendencia a alcanzar la pendiente estable, como se observa a partir del Puente de la Avenida Universitaria donde la altura del talud alcanza los 8 metros.

En esta parte de la MIRR el talud recto marca el alineamiento del río, la cual continúa aguas bajo del límite Oeste de la MIRR, donde retoma una posición de un cauce ancho limitado con taludes de poca altura que separan la superficie de inundación y del cauce.

También, el talud recto se presenta en el límite de las terrazas aluviales t_0 y t_1 , donde tiene una altura menor a 5 metros que va a lo largo de la calle Aymaraes, la forma del talud ha sido fuertemente modificado por la acción antrópica para adecuar el emplazamientos de las infraestructuras físicas (pistas, casas) y para adecuar el trazo de las calles y avenidas. La característica del talud se mantiene hasta la altura de la Avenida Dueñas.

Relieves generados por el proceso antrópico

El proceso antrópico está representado por la acción que realiza el hombre en la naturaleza para aprovechar los recursos naturales, para el emplazamiento de infraestructuras y para la ocupación del suelo.

El emplazamiento de infraestructura puede tener finalidades como construcción de vías, estructuras hidráulicas, viviendas, y estructuras para realizar la disposición final de los residuos sólidos según las normas sanitarias. Cuando la disposición de residuos sólidos se realiza con el vertimiento de los desechos al aire libre va conformando los denominados “botaderos de basura”.

En el caso de la parte occidental el suelo de estudio en la MIRR, donde fue usado como botadero de basura, y ha conformado un relieve como elevaciones que sobresalen por su elevación y que en el presente estudio se ha denominado como colinas y depresiones.

d. Colinas

Según la información de la fotografía aérea del año 1940, en la parte Oeste de la MIRR se ubicaba los botaderos de basura, donde el suelo original ha tenido que ser modificado rellenando los desniveles y en otros formando elevaciones con montículos de residuos sólidos.

La nivelación de terreno con la acumulación de residuos sólidos cubierta con capas de suelo limo arcilloso, genero superficies algo plana y que posteriormente fueron ocupadas por los asentamientos humanos como el AAHH 1º de Mayo.

Y la formación de montículos de residuos sólidos produjo pequeñas elevaciones como es el caso “El Montón”, la cual sobresale de la superficie plana hasta una altura de 5m, y que se encuentra rodeada por los asentamientos humanos.

e. Depresiones

Se designa la zona del relieve situada a un nivel inferior que la superficie vecina. Una depresión se produce por las excavaciones que se realiza el hombre para adecuar sus actividades como la agrícola, y también como consecuencia de la extracción de materiales para la construcción de la vivienda ó para la fabricación de ladrillo, la depresión puede ser el resultado del comportamiento diferencial del suelo que produce el hundimiento del suelo.

En la MIRR las depresiones observadas se ubican entre el Puente dueñas y la Avenida Industrial y se ha formado en la terraza aluvial t_0 , tiene forma alargada y amplia ocupando diferente extensiones, se estima que tiene profundidad de este relieve es de 5 metros. El relieve ha sufrido en cuanto a la forma y límites.

Las viviendas que ocupan las depresiones están expuesta a problemas de inundaciones por las aguas pluviales, agua de regadío y por el atoro de las redes de desagüe que se generan producto de la antigüedad del sistema de

alcantarillado, y porque no existe un buen sistema de drenaje para la evacuación de las aguas que se acumulan en las depresiones.



Foto: Las depresiones ubicadas al borde de la av. Morales Duárez con una profundidad de aprox. 5 metros. (Foto izquierda), y a la altura de la cuadra 25 de la Av. Morales Duárez la depresión tiene una profundidad de hasta 2 metros.

En general, la configuración física de la MIRR es el resultado de los procesos hídrico, complejos: hídrico y gravitatorio y antrópico, donde los relieves más representativos son el talud que limita en cauce del río Rímac, las terrazas aluviales y las depresiones, todos desarrollados en los depósitos aluviales, mientras los depósitos antropogénicos han conformado la colina.

4.4. SISMICIDAD

El Perú se encuentra en una de las zonas de alta sismicidad del mundo conformando el Cinturón de Fuego del Pacífico donde históricamente ocurren eventos naturales como sismos, y vulcanismos. Según la información de la sismicidad regional de Perú, en la región de la costa se ubican las principales ciudades, y donde los epicentros de sismos destructivos se ubican en la parte marina muy próximo al borde litoral.

Los sismos como resultado de la ruptura entre bloques de la litosfera, libera energía y mediante las ondas sísmicas atraviesa los materiales produciendo el sacudimiento del suelo. Estos sacudimientos pueden reflejarse en movimientos intensos del suelo, y que en una zona urbana pueden producir mayores desastres. La atención ante desastres por las pérdidas materiales y de reconstrucción ante fenómenos naturales como los sismos impacta en el desarrollo de una región.

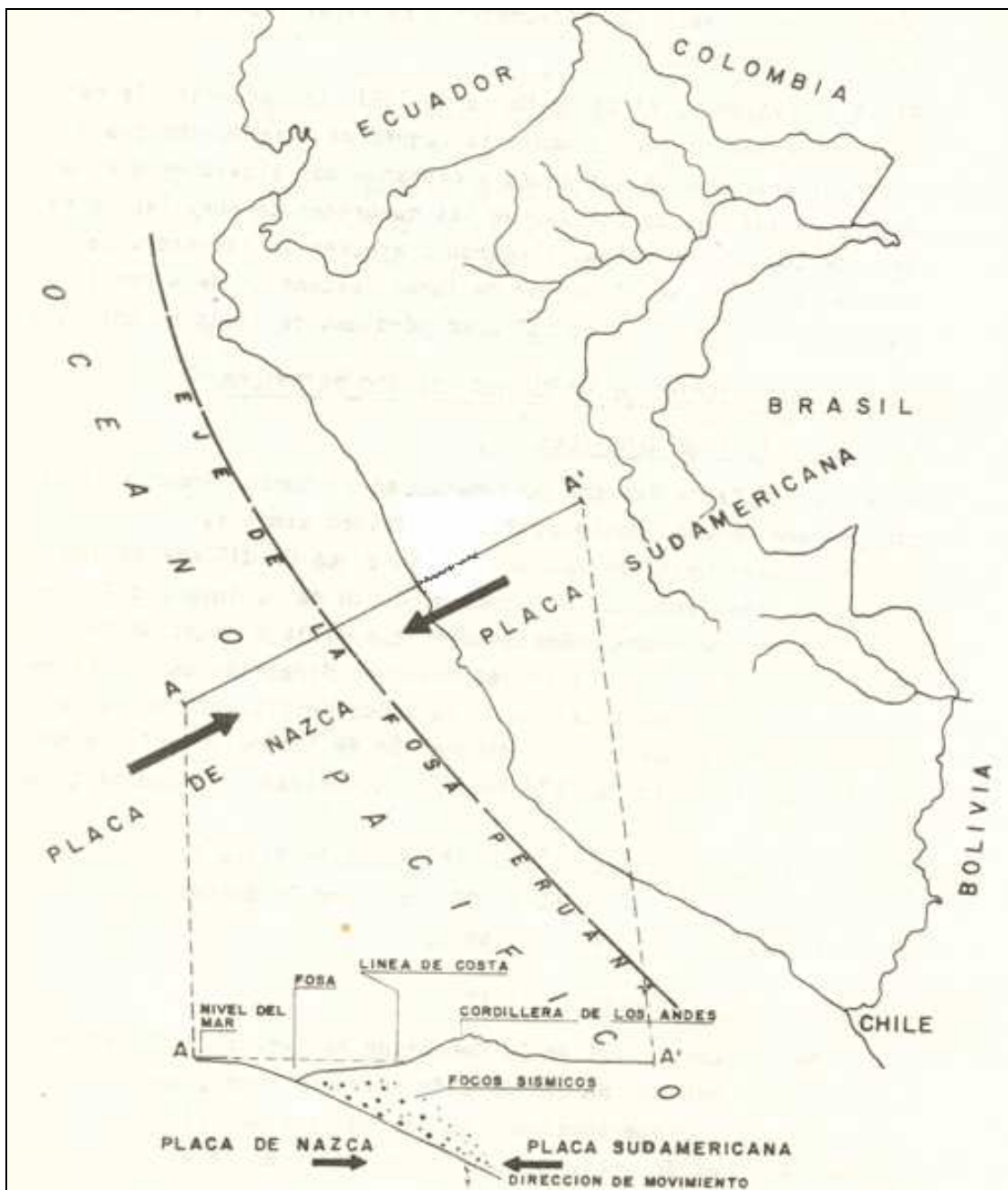
Es de interés estudiar los sismos, porque en el contexto del desarrollo urbano de una ciudad, el crecimiento de la misma no guardan una planificación y se hace sin control pues se ubican en zonas con alto peligro sísmico, se realizan construcciones de viviendas sin diseño antisísmico y las poblaciones ocupan zonas denominadas no urbanizables, y con la cual generan riesgo de sufrir grandes pérdidas humanas, materiales y económicas.

En este sentido, la evaluación de la sismicidad de una región, implica reconocer el modelo sismotectónico de la región, los antecedentes sísmicos, distribución espacial de los epicentros, y zonificación sísmica.

a. Modelo Sismotectónico

Nuestro país se encuentra ubicado casi al borde del encuentro de dos placas tectónicas, la Sudamericana y la de Nazca, en donde se produce el efecto de subducción, el que ha provocado un gran número de sismos de gran poder destructivo en la parte occidental de nuestro territorio.

Asimismo, los sismos que han impactado la región de la costa del Perú, sismos locales y regionales, tienen su origen en la existencia de fallas geológicas locales; estos movimientos telúricos son de menor magnitud, pero al producirse muy cerca de la superficie, tienen un gran poder destructor.



FUENTE: Estudio Geodinámico de la cuenca del río Pativilca

Los eventos sísmicos destructivos que han afectado Lima Metropolitana se han ubicado al Oeste de la ciudad en el mar, y están relacionados a la colisión de la placas de Nazca y Sudamericana.

b. Antecedentes sísmicos

Los sismos que han ocasionado grandes destrucciones en Lima y la región central de la costa del Perú, han sido documentados en los últimos cinco siglos:

Fecha hora	Características del evento	Descripción de los efectos
1552, julio 2 05.30 h		Algunos daños en Lima. El rey Carlos V ordenó que la altura de las construcciones se limitara a seis varas (5,2 m).
1578, junio 17 12.05 h	Intensidad: VII MM	Destrucción de casas, templos y el palacio del Virrey.
1586, julio 09 19.00 h		Destrucción de Lima y Callao, estuvo acompañado por maremoto. Cerca de 22 muertos.
1609, octubre 19 20.00 h		Destrucción similar al anterior. La Catedral sufrió fuertes daños.
1630, noviembre 27 10.30 h		Destrucción de algunos edificios, varios muertos.
1655, noviembre 13 14.45 h		Terremoto destructivo en Lima, agrietó la Plaza de Armas y la iglesia de los Jesuitas. Daños en el Callao.
1678, junio 17 19.45 h		Se produjo fuerte destrucción en Lima.
1687, octubre 20 04.15 h	Magnitud: 8,0 (Richter) Intensidad: IX MM	Fue el terremoto más destructor ocurrido en Lima desde su fundación. Lima y Callao quedaron reducidos a escombros. El maremoto en el Callao causó 100 muertes.
1746, octubre 28 22.30 h	Intensidad: X MM Epicentro: 11,6° S y 77,5° O	Es el terremoto más fuerte ocurrido en la historia de Lima, donde de 3000 casas solo 25 quedaron en pie, muriendo 1141 de sus 60 mil habitantes. El Callao fue totalmente destruido por el sismo y el tsunami que lo sucedió, muriendo 4800 de sus 5 mil habitantes. Fue sentido desde Guayaquil hasta Taona.
1808, diciembre 01 (7,10)		Fuerte sismo de larga duración (1,5 a 2 minutos). Algunos daños.
1828, marzo 30		Fuerte sismo, 30 muertos.
1897, septiembre 20 11.25 h		Fuerte sismo causó daños en las edificaciones. En el Callao la intensidad fue muy alta.
1904, marzo 04 05.15 h	Magnitud: 7,2 (Richter) Intensidad: VII-VIII MM	Los mayores daños ocurrieron en La Molina, Chorrillos y el Callao.
1932, junio 19 21.23 h		Algunos daños en Lima, daños graves en el Rímac y el Callao.
1940, mayo 24 (11) 11.35 h	Magnitud: 8,2 Ms (Richter) Intensidad: VIII MM Aceleraciones = 0,4 g Epicentro: 11,2°S y 77,7°O (120 km NO de Lima) Hipocono: 50 Km	Cinco mil casas destruidas en el Callao, 179 muertos y 3 500 heridos en Lima, 80% de vivienda colapsada en Chorrillos, el malecón se agredió y hundió en tramos. Grandes daños en construcciones antiguas en Lima. Daños en construcciones de concreto armado en el Callao (Compañía Nac. de Cerveza) y 2 edificios de la Universidad Agraria de La Molina. Hundimientos en la zona portuaria con daños a los muelles y la vía férrea. Interrupción de Panamericana Norte por deslizamientos de arena en sector Pasamayo. Tsunami con olas de 3 m de altura que anegó totalmente los muelles.
1966, octubre 17 16.41 h	Magnitud: 7,5 (Richter) Intensidad: VIII-IX MM Epicentro: 10,7°S y 78,7° O Hipocono = 38 Km	Los mayores daños ocurrieron en San Nicolás, a 120 Km de Lima, IX MM, Huacho VIII MM y Puente Piedra. En Lima alcanzó VI MM en la parte central. En las zonas antiguas del Rímac y del Cercado, zonas adyacentes a los cerros y una banda a lo largo del río Rímac, incluyendo el Callao, llegó a VII MM. En La Molina VIII MM. La aceleración registrada fue de 0,4 g y el período predominante 0,1 seg. Los mayores daños se registraron en los edificios de poca altura, en edificios altos hubo grietas en muros de tabiquería.
1970, mayo 31 (12) 15.33 h	Magnitud: 7,8 (Richter) Intensidad: VIII MM Hipocono: 35 Km. Aceleraciones: 0,1g Epicentro: 09,2° S y 78,8° O	Uno de los más destructivos sismos en el siglo en el hemisferio sur. La mayor destrucción ocurrió a 350 Km. de Lima. Causó 65 mil muertes, 160 mil heridos y daños estimados en 550 millones de US\$. En Lima registró aceleraciones de 0,1 g a pesar que el epicentro estuvo a 400 Km al NO. Los mayores daños ocurrieron en La Molina.
1974, octubre 3 09.31 h	Intensidad: IX MM Aceleraciones=0,26g Epicentro: 12° S y 77,8° O	Con epicentro localizado a 70 Km. al S-SW de Lima registró aceleraciones máximas de 0,26 g y período dominante de 0,2 seg. Los mayores daños ocurrieron en La Molina, VIII-IX, donde 2 edificios de concreto armado colapsaron y otros resultaron muy dañados. En el Callao y Chorrillos, VII -VIII algunas construcciones de concreto armado sufrieron daños y las de adobe colapsaron.
2007, agosto 15 ¹⁸ 18.41 h	Magnitud: 7,0 Richter, 7,9Mw Intensidad MM: Pisco VII-VIII, Lima VI, Huancavelica V Epicentro: 60 km de Pisco Hipocono: 40 km	El sismo causó la muerte a 593 personas, heridas a 1291. Destruyó 48 208 viviendas, otras 45 500 quedaron inhabitables y 45 813 fueron afectadas; 14 establecimientos de salud fueron destruidos y 112 afectados.

Nelson Morales-Soto, Carlos Zavala. Terremotos en el Litoral Central del Perú: ¿Podría ser Lima el escenario de un futuro desastre? Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2008; 25(2): 219

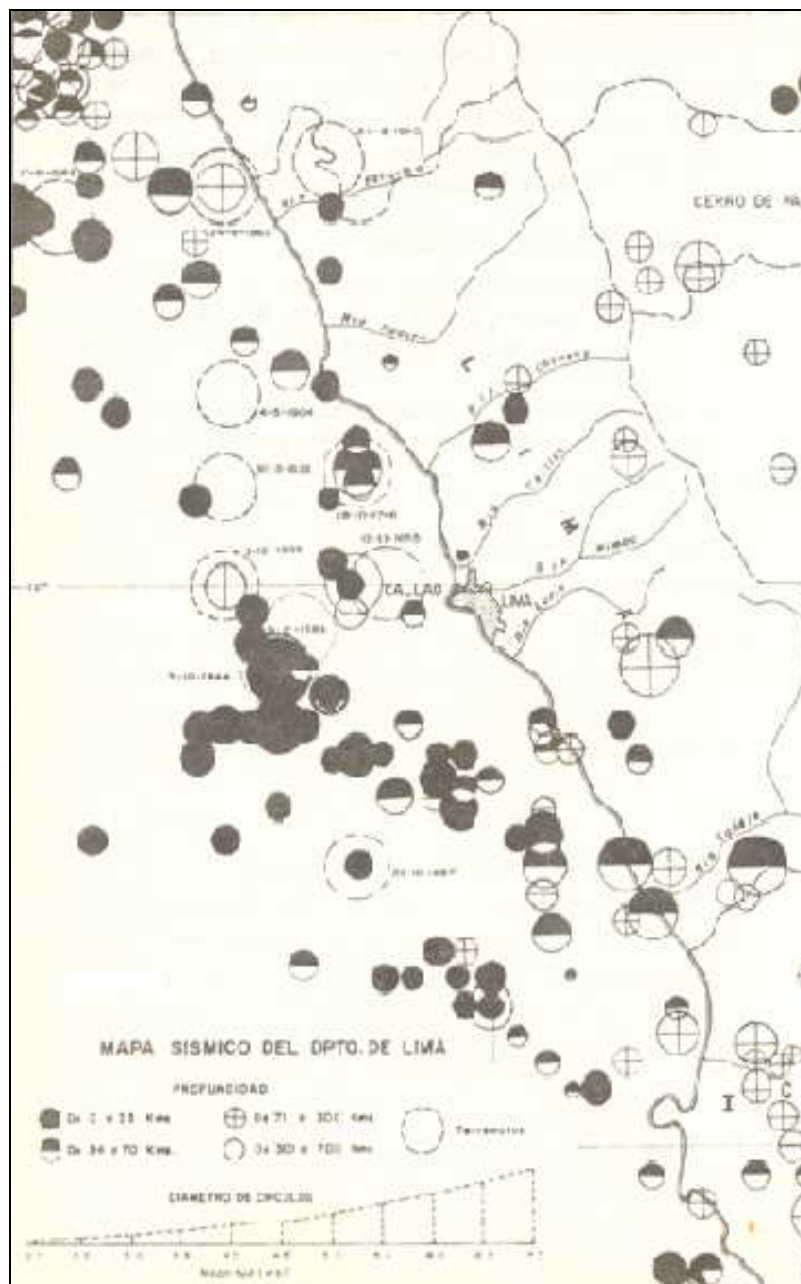
Fuente: Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao...
.Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES – Abril 2009

El registro histórico revela que en el año de 1746 ocurrió un sismo destructivo con una magnitud MS de 8.8 con una intensidad MM de X-XI, afectando 3000 casas solo 25 quedaron en pie, con 1141 muertos. En el Callao fue totalmente destruido por sismo y tsunamis. Así mismo, en el año de 1940, fue otro sismo destructivo con una magnitud MS 8.0 y una intensidad MM VII-VIII, ocasionó 80% de viviendas dañadas, y en la infraestructura como: muelles, y línea férrea. Igual manera los sismos ocurrieron en 1974 con una magnitud MS 8.0 y una intensidad VII-VIII MM, siendo este sismo el de mayor magnitud en los últimos años afectados en Lima Metropolitana.

En Lima Metropolitana la intensidad de los sismos van a depender de número de viviendas antiguas cuyas paredes están construidas predominantemente de material precario, como adobe, quincha y madera, y por la inestabilidad del suelo, como es el caso de los distritos de Lima Cercado, Rímac, La Victoria, Chorrillos y Barranco.

c. Distribución espacial de los sismos

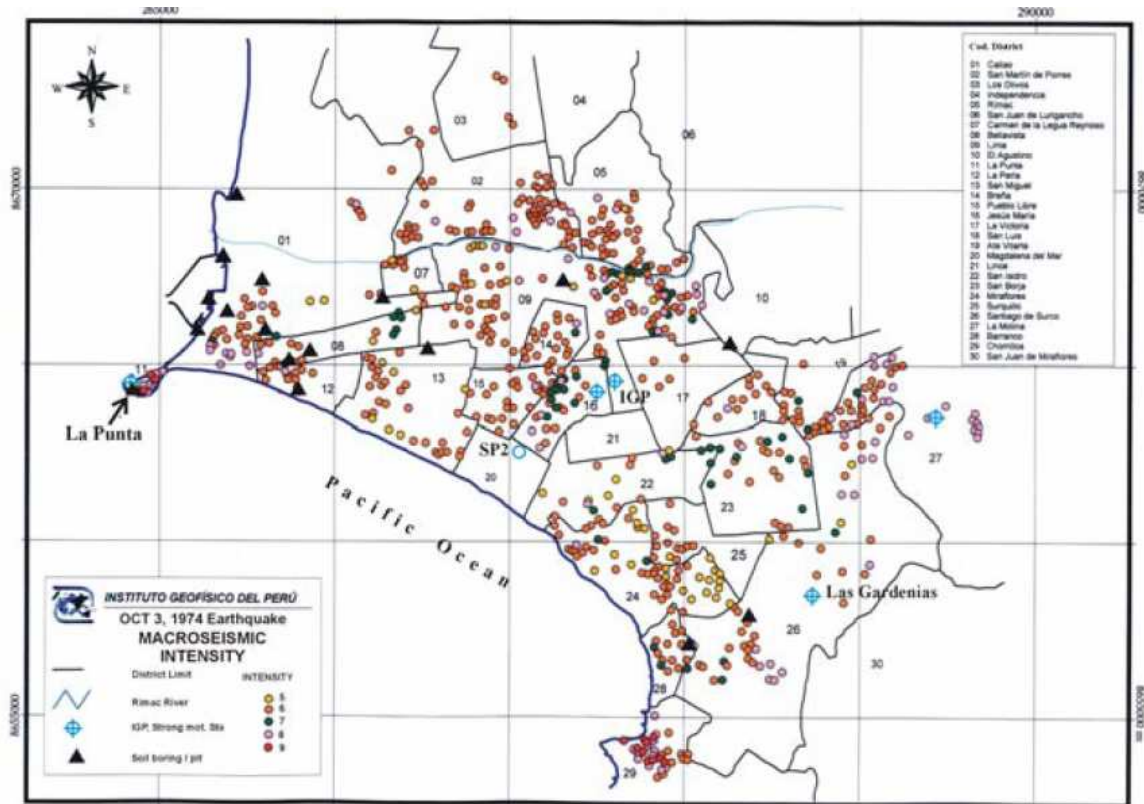
De la ubicación de los epicentros de los sismos destructivos ocurridos en la ciudad de Lima, que existe concentración de epicentros próximos al borde litoral y en la parte continental de epicentros se distribuye al Sur de la Provincia de Lima. Generalmente los sismos ocurridos han sido superficiales con magnitudes de 5-6, Asimismo, los eventos sísmicos de mayor magnitud se encuentran en el mar y son numerosos, mientras en el continente los epicentros de los sismos destructivos son poco predominantes, como se observa en el siguiente plano:



FUENTE: Estudio Geodinámico de la cuenca del río Pativilca

d. Distribución de las Intensidades macrosísmicas

Un distribución organizada de la intensidad del evento sísmico ocurrido el 3 de Octubre de 1974 que tuvo 8.0° de magnitud, considerado como el mayor magnitud ocurrido en los últimos años en Lima Metropolitana, se presentó en el siguiente mapa.



FUENTE: Estimate maximum ground acceleration from macroseismic intensity rating. L Ocola-2008

En Lima Metropolitana se ha registrado intensidades macrosísmicas con valores que son 5, 6, 7, 8 y 9. En la MIRR que se encuentra en el área encerrada en rojo, se ha registrado una intensidad de 8, mientras en el área circundante los valores han sido 5 y 6. Esto situación puede estar relación a calidad y tipo de construcción de las viviendas y al comportamiento del suelo.

e. Zonificación sísmica

La normatividad pertinentes asume la división del territorio en tres zonas y les asigna sus correspondientes parámetros de aceleraciones máximas, dentro de un rango de probabilidad determinado, siendo para la Región Lima la Zona 3 y un Factor de Zona (Z) g de 0.4.

ZONIFICACION SISMICA

ZONA	FACTOR DE ZONA (Z) g
3	0.4

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - 2006

En el presente caso, la MIRR se encuentra dentro del área de influencia de la Zona 3, correspondiéndole por tanto un factor de aceleración máxima del terreno (Z) de 0.4g, con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, siendo este factor un indicador para el diseño sísmico de las estructuras.

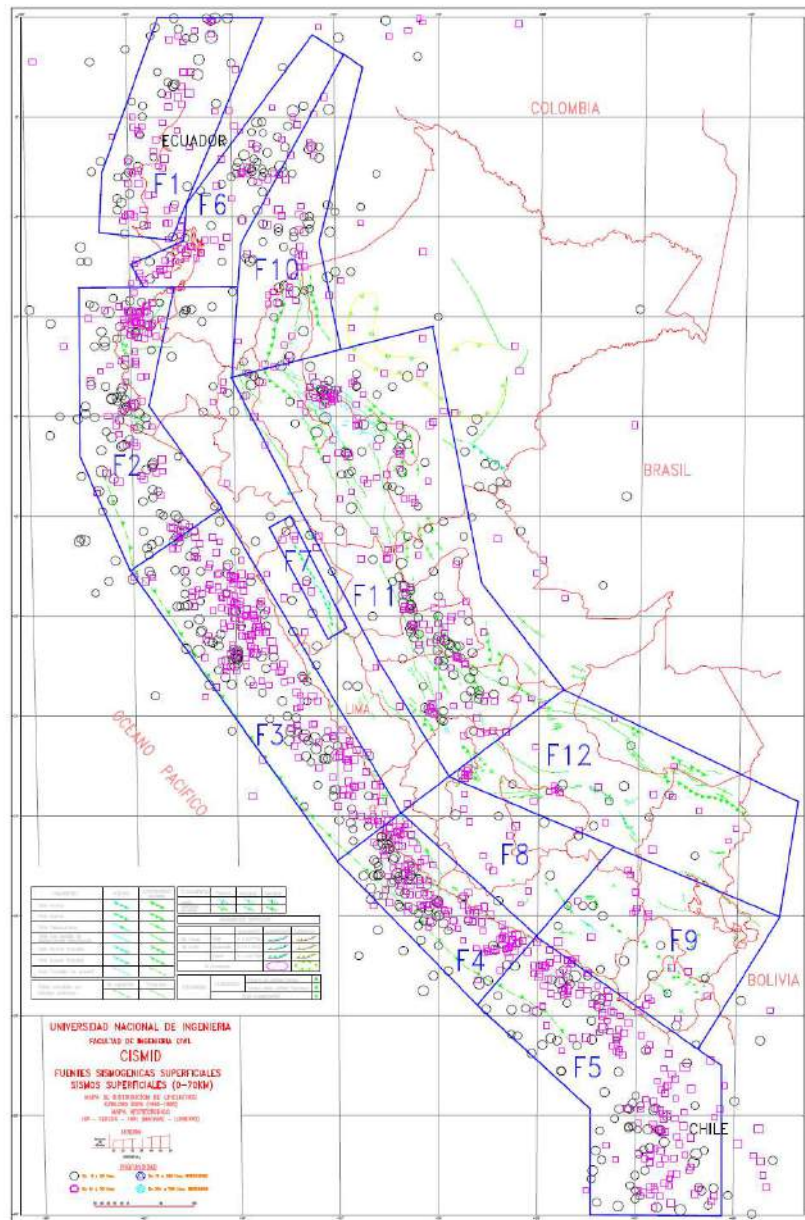
f. Fuentes sismogénicas

Se han utilizado las fuentes sismogénicas establecidas en el estudio de evaluación del peligro sísmico en el Perú (Castillo, 1993), para representar áreas que tienen características sismotectónicas y eventos sísmicos particulares. La actividad sísmica en el Perú ha permitido definir fuentes sismogénicas de subducción y fuentes sismogénicas continentales, donde la fuente de subducción modelan la interacción de

las Placas Sudamericana y de Nazca, y las fuentes continentales están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina.

El área de estudio se encuentran en la fuente sismogénica de subducción superficial identificadas con el número F3, la cual está ubicada a lo largo de la costa y está representada por una sismicidad superficial en la zona de Benioff (0-70km). También el área se encuentra en la fuente sismogénica F15 que se encuentra en el continente y está representada por la sismicidad intermedia en la zona de Benioff (71 a 300km).

En general, Lima Metropolitana se encuentra una zona de alta sismicidad relacionada a la colisión de la Placa de Nazca y Sudamericana, y donde epicentros se han ubicado al Oeste de la ciudad. De igual manera los sismos que ocurrió en 1974 con una magnitud MS 8.0 y una intensidad VII-VIII MM, es considerado el de mayor magnitud en los últimos años, donde en la zona de la MIRR la intensidad alcanzó el valor de VIII, el cual se acentuó por la calidad y construcción de las viviendas y el comportamiento del suelo.



Fuentes Sismogénicas Superficiales

4.5. HIDROLOGIA

La Cuenca del río Rímac tienen un área de 3398 km² con una gradiente 3.23% (INGEMMET, 1988), con 3321 km² es una cuenca lluviosa y de la localidad de

Chosica a la desembocadura que cubre una superficie 895.2 km² es considerado como cuenca seca, donde ocurre sólo precipitaciones intermitente. El área motivo de presente estudio (MIRR), se encuentra en la parte de la cuenca seca del río Rímac.

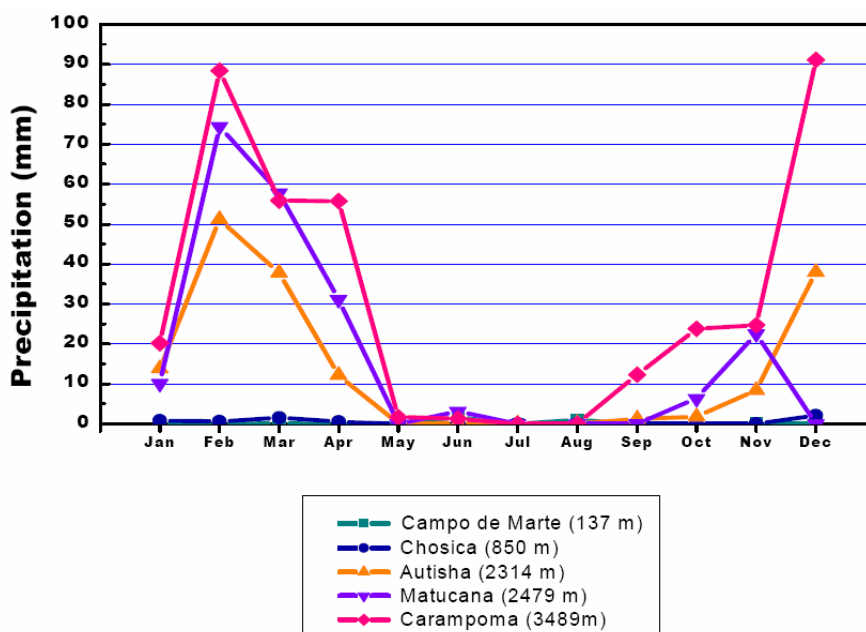
La cuenca seca presenta en una longitud de 21.5 km desde 966 a 450 msnm una gradiente de 2.4%, una longitud de 17.9 km desde 450 a 195 msnm con una gradiente de 1.4%, y una longitud de 17.5 km desde los 195 msnm hasta la desembocadura tiene una gradiente de 1.1%

PRECIPITACIÓN

La disponibilidad de abastecimiento de agua en la cuenca depende de la precipitación, y cuyo volumen y funcionamiento influye en el trabajo destructivo que el río realiza en las zonas inestables.

Los caudales tienen una amplia gama de variabilidad, el período de crecida completa es de Enero a Marzo, que es la hora de verano o el período de lluvia, el resto de los meses son considerados como de bajo nivel de precipitación, ya que se produce de forma esporádica y sólo en zonas de altura.

Los niveles de precipitación mensual registrado por SENAMHI (2005) para el año 2004 se muestran en la figura siguiente:



FUENTE: Contamination of Rímac river Basin Peru due to mining tailing. W. Méndez 2005

Las estaciones de Campo Marte y Chosica se ubican en la cuenca seca, y la intensidad de la precipitación se debe a las diferencias de altitudes, con precipitaciones pluviales de con 75 mm/mes (estación Chosica) y < de 5mm/me (estación Campo de Marte).

Considerando la disponibilidad de la pluviosidad y del tratamiento de los datos en un periodo de 30 años (1970 – 2000), para las estaciones seca y lluviosa se calcularon la intensidad de precipitaciones anuales que han ocurrido en la cuenca del río Rímac, y que se presentan en el siguiente cuadro:

Station	Geographic Coordinates				Precipitation (mm)		
	Longitude	LongDD	Latitude	LatDD	Annual	Wet	Dry
ÑAÑA	76°50'19.8"	-76.83883	11°59'18.9"	-11.98858	1.72	1.49	0.24
SANTA EULALIA	76°4'	-76.06667	11°54'	-11.9	28.68	28.29	0.40
AUTISHA	76°37'	-76.61667	11°44'	-11.73333	180.70	164.76	15.94
CAMPOMA	76°31'	-76.51667	11°39'	-11.65	372.73	318.34	54.40
MILLOC	76°21'	-76.35	11°34'	-11.56667	777.44	552.48	224.96
CASAPALCA	76°14'	-76.23333	11°37'	-11.61667	544.52	402.19	142.34
MATUCANA	76°22'40.9"	-76.37803	11°50'20.7"	-11.83908	262.91	242.77	20.15
SAN JOSE DE PARAC	76°15'	-76.25	11°48'	-11.8	578.39	470.27	108.12
RIO BLANCO	76°15'34.7"	-76.25964	11°44'04.3"	-11.73453	486.30	398.15	88.15
CHOSICA	76°42'	-76.7	11°55'	-11.91667	27.27	26.79	0.48

FUENTE: River and the Effects of Climate Change. Final Report for Fall 2008 Semester Project. F. R. Sala December 5, 2008

La precipitación media anual en la Estación Chosica ha sido de 27.27mm/añual y en la de Ñaña de 1.72 mm/añual, y para un período lluvioso las precipitaciones alcanzaron los 26.79mm y 1.49mm anuales respectivamente.

En la cuenca seca del río Rímac, para un período de 30 años de (1970-2000) las precipitaciones pluviales anuales no han sobrepasado los 26.79mm y en época lluviosa las precipitaciones apenas han llegado a 1.72 mm/añuales, lo cual es considerado como de baja pluviosidad, y probablemente no ha tenido influencia en el volumen del río Rímac.

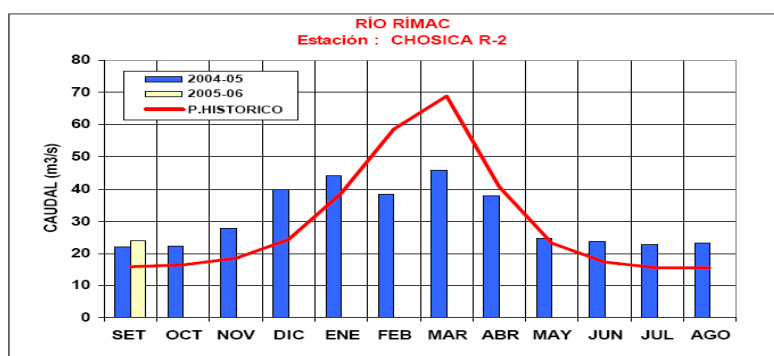
CAUDAL DEL RÍO

Según SENAMHI (2004) el promedio anual caudal en el río Rímac es de 29,4 m³ / s, y el promedio anual en el período 2003 - 2004 fue de 29,1 m³ / s, este período se evaluó como "seco". SENAMHI.

La razón para la reducción de este período anual se debe al bajo nivel de precipitaciones durante la estación lluviosa, que no podía permitir almacenar el volumen normal de de agua en los lagos regulados; sólo el 57% de la normal el volumen de almacenamiento se almacenan.

El comportamiento hidrológico del caudal promedio mensual del río Rímac para los años hidrológicos 2004-2005, 2005-2006 y el promedio histórico o normal alcanzo 70m³/seg.

Durante los meses de estiaje de junio a octubre, es notoria la influencia del sistema de regulación de la cuenca, lo cual hace que los caudales se presenten superiores a sus valores históricos:



FUENTE: Boletín Meteorológico e Hidrológico del Perú. Año V-Nº09-Set. 2005

Por otro lado, los deslizamientos de tierras coinciden con el fenómeno El Niño en 1925, 1983, 1987 y 1998 - pero en el año 2009 los deslizamientos de tierra han

ocurridos en la ausencia de El Niño. En 1925, el río Rímac alcanzó su máximo histórico de flujo, debido a flujos de lodo (500 m³/seg), que inundó grandes áreas de Lima Metropolitana.

El 15 de febrero de 2009, el caudal del río fue 97 m³/seg mayor que el 3 de marzo de 1994 (92 m³/seg) - que inundó el puerto del Callao, donde hubo destrucción de 427 casas, y afectaron instalaciones industriales, y en 2009 las pérdidas fueron baja por la protección contra las inundaciones obras construidas por el río desde 1989 y el mantenimiento del lecho del río, cerca de Callao.

Entonces, el caudal del río Rímac se incrementa con el aporte de los flujos de lodo y precipitaciones pluviales que ocurren en la parte de la cuenca húmeda, y puede producir derrumbes y deslizamientos de masa de tierra.

FILTRACIONES

El área de estudio está relacionada con la presencia de aguas superficiales provenientes del río Rímac; de las infiltraciones que ocurren en los parques y por último, por la pérdida de agua proveniente de las redes de distribución de agua y desagüe. La constante retroalimentación de agua en los suelos es debido a la granulometría heterogénea de los depósitos aluviales que poseen gran capacidad de infiltración.

También las filtraciones se producen ante la carencia de los servicios básicos de la población que hace uso de las letrinas o el uso de tuberías que transporten aguas servidas y un porcentaje de dichas aguas se filtra al suelo.

En la MIRR existen áreas verdes donde la municipalidad y los vecinos muestran un mal manejo de las aguas de regadío donde se produce la saturación de agua en estos sectores, y el agua de regadío se filtra en el suelo que presenta porosidad y permeabilidad, con lo que afectan a los sectores ubicados en la parte baja, esta misma situación sucede con la filtración de las aguas servidas y aguas potables donde existe ruptura de las redes y el agua se filtra.

La filtración del fluido ocasiona en el suelo produce el lento arrastres de sedimentos finos que componen el suelo, ocasionando el incremento de los espacios vacíos y como consecuencia la alteración de las propiedades física mecánicas del suelo, la cual se traduce en asentamientos diferenciales del mismo.

4.6. GEOTECNIA

Comprende los problemas planteados por los suelos en ingeniería y la caracterización geotécnica del suelo, con el fin de definir las bondades y limitaciones del suelo para el emplazamiento de alguna infraestructura civil: casa, viviendas, equipamientos, vías, entre otras.

4.6.1. Problemas planteados por los suelos en Ingeniería

En los problemas de los suelos, se puede incluir:

- A. La Capacidad Portante del suelo, en cuanto que el terreno ha de ser capaz de soportar los incrementos (positivos o negativos) de tensiones que inducen en ellos las obras de ingeniería, sin alcanzar los niveles límites de seguridad previamente establecidos.

En el caso de los suelos de la MIRR, que comprende dos tipos de suelos de origen aluvial y antropogénico, constituidos de gravas y residuos sólidos respectivamente.

En los estudios anteriores, se hace referencia de valores de capacidad portante de suelos que corresponden a las excavaciones realizadas en tres

puntos ubicados en la ribera del río (terrazza t_0), las que se presentan en el cuadro siguiente.

CARGA ADMISIBLE DEL MATERIAL ANTROPOGENICO

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)
Puente 1º de Mayo	1.80 a 2.10	2.6
	2.70 a 3.50	2.9
Puente 2 de Mayo	1.80 a 2.10	2.6
	2.70 A 3.50	3
Puente 3 de Mayo	1.80 a 2.10	3.35
	2.70 a 3.50	4.5

Al parecer, los resultados corresponden a muestras de suelo aluvial, y consisten en grava mal graduada limosa (grava gruesa, con arena y con escaso finos), con elementos gruesos subredondeados y subangulares, de superficies lisas y rugosas, y plantea que son suelos densos.

Mientras, los depósitos antropogénicos que se distribuyen al Este de la MIRR, corresponden a suelos de relleno donde la capacidad admisible que puede ser $< 0.5\text{kg/cm}^2$, y que el Reglamento Nacional de Edificaciones no recomienda para uso residencial.

En general, los suelos en los sectores occidentales de la MIRR, son de origen aluvial y presentan Capacidades Portantes que se puede agrupar de $2.5\text{-}3.0\text{ kg/cm}^2$ y $3.0\text{-}4.0\text{ Kg /cm}^2$ y $4.0 - 4.5\text{ Kg/cm}^2$, cuyos valores califican a un suelo de buena calidad, y pueden definir a un suelo de uso residencial, mientras los suelo de relleno son catalogado como no recomendable para uso urbano pues presentan una capacidad $< 0.5\text{kg/cm}^2$.

B. Suelos con problemas especiales

Los problemas del suelo se pueden poner de manifiesto por la propia naturaleza del suelo, o bien a causa del hombre, que con sus obras puede interferir en el equilibrio natural de los componentes y alterar la estructura interna, o puede hacer, que mediante la construcción de obras, los terreno circundante sufran de forma distinta la acción de los procesos naturales. Entre estos problemas especiales están la amplificación y aceleración sísmica, y expansividad del suelo.

Amplificación sísmica del suelo

Las condiciones locales de sitio representan uno de los principales factores responsable de los daños que soportan las edificaciones durante la ocurrencia de sismos severos. La amplificación sísmica es un efecto de las condiciones locales del sitio y depende de las condiciones topográficas, geológicas, hidrológicas, geomorfológicas y geotécnicas.

En Lima Metropolitana, se ha realizado la microzonificación sísmica desarrollado en base a los parámetros, como la amplificación sísmica. La microzonificación permite sustenta las medidas para la construcción de viviendas con estructuras más seguras sobre suelos geológicamente más estables.

Así, en la MIRR, la distribución de los periodos al Noreste de la Av. Morales Duarez y en el Jr. Reque (próximo al Jr. Montón), los periodos dominantes oscilan entre 0.1 y 0.25 con amplificaciones de hasta 10 veces que son

coherentes con el tipo suelos residuales y de desmonte, como el Montón. Estos suelos son sueltos y poco competentes, lo cual se evidencia con la alta amplificación observada con respecto al resto del área de estudio. En el resto del área, los valores de periodos son dispersos y no permitiendo definir áreas con valores característicos (Microzonificación sísmica en los AAHH 7 y 9 de Octubre, Vicentelo Bajo en el Agustino y Ribera Izquierda del río Rímac en Lima a partir de registros de vibración ambiental- H. Tavera, 2008)

En este sector la distribución espacial de los periodos permitió definir curvas de isoperiodos de 0.1 segundo en las zonas ubicada al Norte de la Av. Morales Duarez y la otra en el extremo Este del Jr el Montón.

La distribución de valores de amplificaciones máximas con valores de hasta 10 veces se presentan en los puntos ubicados cerca al Jr. Manuel Arellano y por el Jr Reque, ambos dentro de las zonas delimitadas por las curvas de isoperiodos. Las curvas de isoperiodos encierran a valores que fluctúan entre 0.1 a 0.3 segundos relacionados a suelos de rellenos.

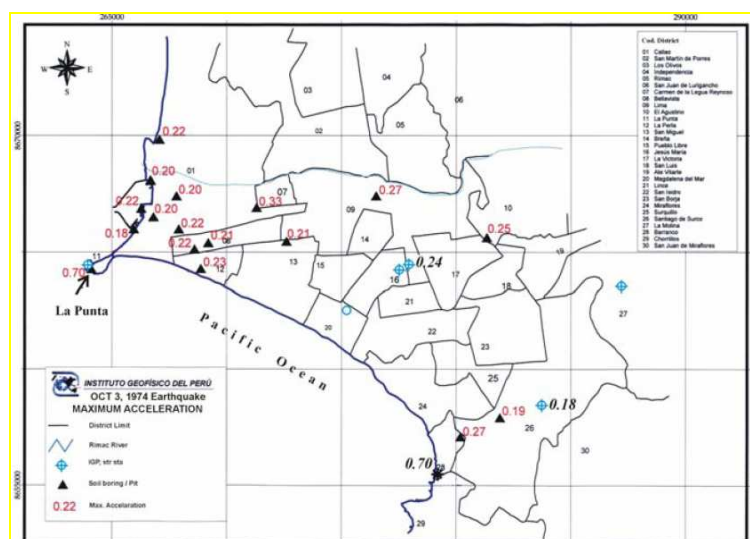
Aceleración sísmica del suelo

Es un aspecto en la evaluación de los efectos de los sismos en la construcción, y en el medio ambiente, se trata de un parámetro para el diseño de la construcción de edificios.

El nivel de daño es, entre otros factores, directamente proporcional a la gravedad de la aceleración del suelo, y es importante para la prevención del riesgo de desastres y programas de mitigación.

La distribución espacial de sísmica máxima la aceleración en una zona urbana, debido a los movimientos sísmicos, es importante para la planificación territorial y el uso, en el desarrollo urbano, la gestión de riesgos, la aplicación de la prevención de desastres medidas, la preparación para emergencias de la comunidad y otras aplicaciones.

Para un movimiento sísmico similar al ocurrido el 03 de Octubre de 1974 con una magnitud de 8° Mw, se ha estimado que el nivel máximo de la aceleración para el suelo de Lima Metropolitana puede alcanzar valores que se encuentran en el rango de 0.18 a 0.33g y un valor de 0.7 en La Punta, como se presenta en el siguiente mapa.



FUENTE: Estimate maximum ground aceleration from macroseismic intensity rating. L Ocola-2008

La aceleración máxima del suelo en un punto más cercano al área de estudio (MIRR), es 0.27g, la cual es consistente con los datos observados obtenidos durante el 3 de Octubre de 1973 (8.1 Mw).

Densificación del suelo

Estos suelos, caracterizados por tener una estructura abierta y floja, donde mantienen su estabilidad superficial, y siendo inestable en profundidad, con escasa cohesión. Los suelos se forman por la acumulación de residuos sólidos y material de desmonte, el cual rellena depresiones para nivelar la superficie del suelo.

Geotécnicamente son suelos inestables, los cuales por la filtración del agua puede producir la dispersión de los constituyentes generando la deformabilidad del suelo.

En el área de la MIRR, el problema de la densificación de los suelos se presentan en los depósitos antropogénicos que se distribuyen en el sector Noreste, donde el suelo consiste en material de relleno (residuos sólidos) que han nivelado algunas depresiones del terreno original y en otros han forma elevaciones bajas. Este suelo ha sido ocupado por poblaciones en proceso de consolidación, como las organizaciones vecinales: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo, tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez, Conde De La Vega Alta, José Gálvez Barrenechea Conde De La Vega Baja, Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro.

Humedecimiento del suelo

Los suelos constituidos por elementos líticos de diferente origen y tamaño, fijan las propiedades físicas y mecánicas, asimismo el contenido de sales y de residuos sólidos tienden a modificar las propiedades del suelo la cual se traduce en el asentamiento diferencial del suelo.

El problema del suelo se genera por la presencia de los fluidos, los cuales pueden estar representados por las aguas subterráneas, las inundaciones de las aguas pluviales y de regadío, filtraciones de agua potable y aguas residuales por ruptura de las redes de alcantarilla.

Este problema del suelo ocurre en el relieve diferenciado que se presenta en la Av. Morales Duarez (Cuadra 6, 7 y 8) entre la Av. Dueñas y Universitaria al Oeste de la MIRR, donde existe el desnivel entre las áreas verdes ubicadas en dicha avenida en un nivel alto respecto a las viviendas ubicadas cerca la franja marginal del río. Un aspecto que favorece la filtración es la presencia de los espacios vacíos y permeabilidad de los depósitos aluviales y antropogénico.

Además en la MIRR, el problema de humedecimiento del suelo se origina por la inundación por aguas de regadío y pluviales, el vertimiento de aguas residuales al suelo y el estado de antigüedad de las redes de alcantarilla. El movimiento del fluido en el suelo produce el arrastre de las partículas finas y el aumento de los espacios vacíos, donde la presión exterior produce un reacomodo de los constituyentes y el asentamiento diferencial del suelo, afectando la infraestructura asentada en el suelo con la deformación, ruptura y modificación en la posición de las infraestructuras.

El suelo de la MIRR, los problemas generales debido al comportamiento del suelo viene calificado por la capacidad portante donde los depósitos aluviales tienen valores de 2.5 a 4.5 kg/cm², y puede ser calificado como suelo con óptimas condiciones para estructuras como la viviendas; en tanto los depósitos de relleno tienen valores menores de 0.5 kg/cm² y valores de períodos que oscilan entre 01 y 0.25 con amplificaciones de hasta 10 veces donde presentan

problemas de densificación de suelos. El humedecimiento del suelo se presenta en sectores depresionados y en sectores cercanos a las áreas verdes.

4.6.2. Caracterización del suelo

Consiste en expresar las características cualitativas y cuantitativas del suelo con fines constructivos, para ello, se ha considerado la visita de campo y las actividades de exploración y muestreo de suelos y trabajos de laboratorio.

A. Visita de campo

En la visita de campo realizado en el mes de Febrero se evaluó el corte del suelo como las zanjas los estudios, para definir el tipo de suelo donde se asienta la MIRR. Próximo al límite entre las terrazas aluviales t_0 y t_1 entre las Avenidas Dueñas e Industrial se presenta un corte donde el suelo presenta la siguiente caracterización:

- Suelo GP-GM, son de origen aluvial y consisten en grava mal graduada y grava limosa con mezcla de grava, limo y arcilla, los clastos tienen formas redondeadas y un tamaño de 5 a 8 cm de diámetro, consistente y con poca humedad.



Foto Suelo de GW-GM son grava mal graduada, y una mezcla de grava, limo y arcilla, consistente, observado en una zanja en una calle a la altura de la cuadra 6 de la Avenida Morales Duárez.

- Suelo de relleno, son de origen antropogénico y consisten de fragmentos de ladrillos, maderas, con contenido de papeles, plásticos y pajas mezclados de arcillas y limos, con una sensación de un suelo blando y con vacíos, se estima que el tiene un espesor de 2 a 4 metros.

B. Plan de trabajo para la Exploración Geotécnica

Se ha planteado un programa de exploración geotécnica, en los Sectores Urbanos de la MIRR, donde se va a desarrollar la excavación de 10 calicatas, las cuales se presentan en el Plano de Calicata que se adjunta.

En la ubicación de las calicatas se ha considerado los siguientes criterios:

- Información geológica local del área de estudio.
- Zonas que no se encuentran en el área de influencia de los peligros hidrológicos y de la zona de estabilidad de taludes.
- Zona poco consolidada.
- Zona de posible extensión de los depósitos de relleno.
- Espacios donde no se han realizado los Estudios Geotécnicos.

En cada una de las calicatas, se realizarán los siguientes Ensayos de campo:

- Descripción y clasificación visual del perfil estratigráfico del suelo en el campo según la Norma ASTM D 2487

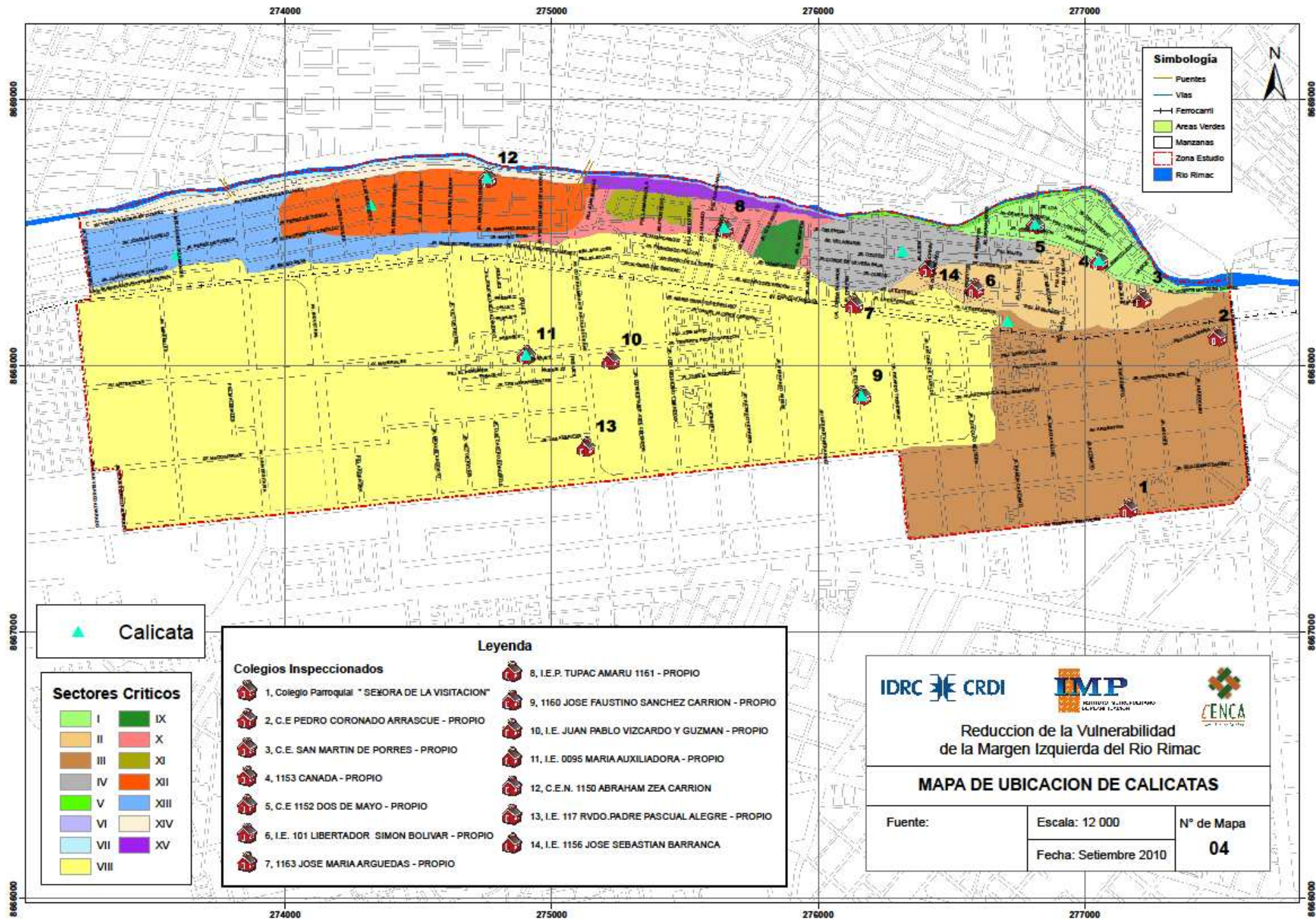
- Muestreo de suelos en las calicatas aperturadas según Norma ASTM D 42

C. Fase de Ensayos de Laboratorio

Esta fase se desarrollará para las muestras extraídas en los puntos de investigación y/o puntos de muestreo de la fase de investigaciones de campo; y está destinada a conocer las propiedades índices y geomecánicas de las muestras alteradas mediante la ejecución de Ensayos de Laboratorio Normalizados que se indican a continuación:

ENSAYOS DE LABORATORIO DE (10) MUESTRAS DE SUELO

NORMA	ESTANDARES DE SUELOS	Cantidad de Muestras
ASTM D-22-16	Contenido de humedad	(10) Diez
ASTM D-2487	Clasificación SUCS- Incluye granulometría, Límite líquido, Límite plástico	
ASTM D -1556	Densidad natural de campo	
NORMA	ESPECIALES PARA CIMENTACIONES	
ASTM D-3080	Corte Directo para determinar la capacidad portante (ángulo de fricción interna, cohesión)	



4.6.3. Geotecnia del área de estudio

En la Planificación de la Exploración Geotecnia se ha propuesto hacer investigaciones de campo mediante la excavación de calicatas (10), donde se extraerán muestras de suelo para los ensayos de suelo (Ensayos estándar y de Cimentación), para luego clasificar el suelo, calcular la Capacidad Portante y el Asentamiento de los suelos de la MIRR, así como conocer el contenido de Sales Totales y Sulfatos de los Suelos, para el cual se ha ejecutado el Proyecto “Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima”- 2010.

4.6.3.1 Clasificación de Suelos

En los Ensayos Estándar de suelo se ha realizado el análisis granulométrico y la Clasificación de Suelos (SCUS), y presentados los resultados de calicata (02), y cuyo resultados se presentan en el Cuadro N°4.6.3-1. Asimismo, tomando como base la información geológica, geomorfológico y los resultados de los Ensayos de suelo se ha preparado en primera aproximación una zonificación de suelos para el área de estudio:

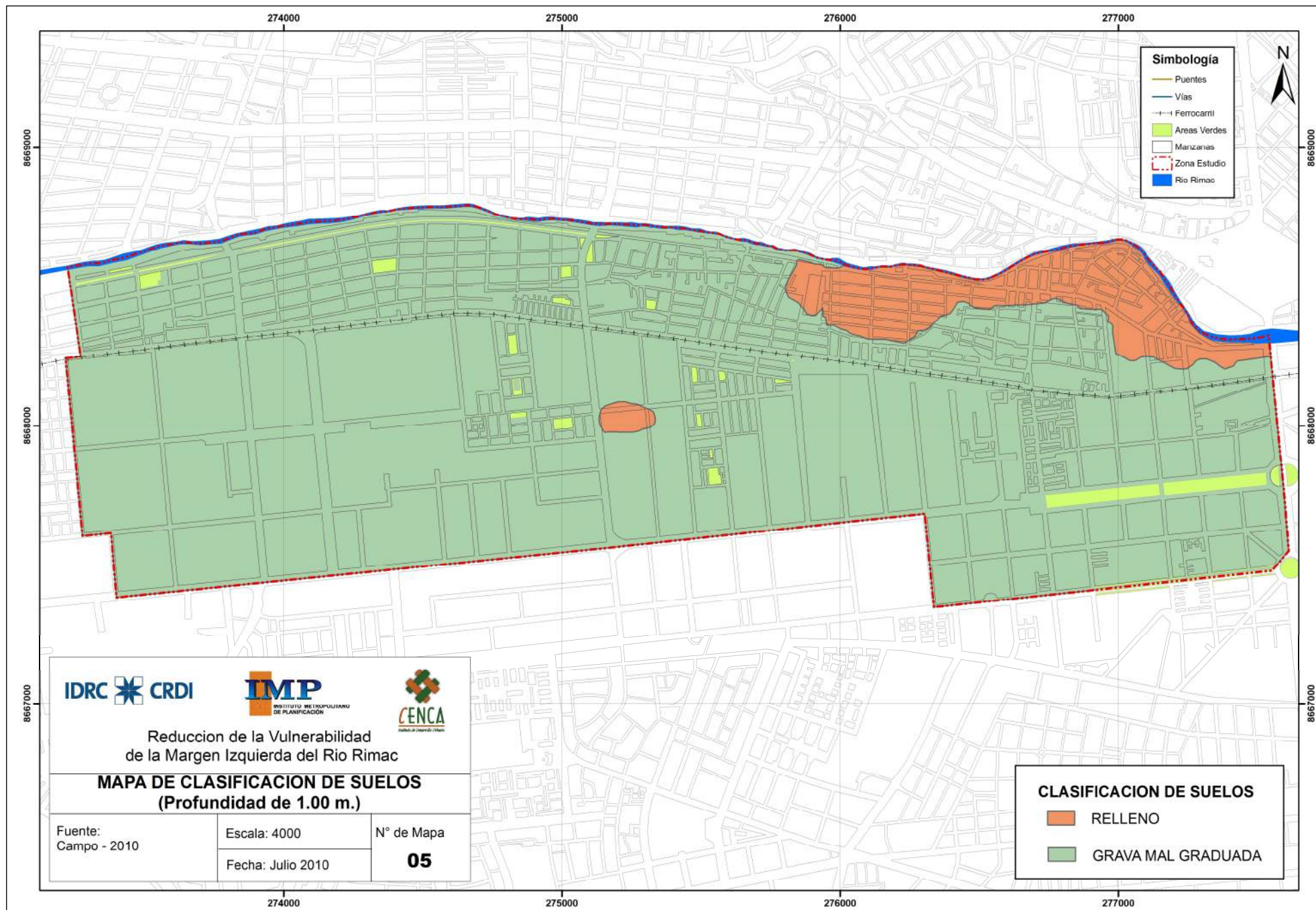
Cuadro N°4.6.3-1 Resultados de los Ensayos Estándar de Clasificación de Suelos

Ubicación	Calicata	Muestra	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)		C. H. (%)	Clasificación SUCS
				Grava	Arena	Finos	L.L.	I.P.		
C.E.N. Abraham Zea Carrión	C-1	M-1	0.80 - 3.00	81.07	18.49	0.44	NP	NP	1.97	GP
Av. Juan Crespo y Castillo 2341	C-1	M-1	0.00 - 1.00	26.93	37.7	35.37	NP	NP	11.45	SM
		M-2	1.00 - 3.00	75.72	23.44	0.84	NP	NP	1.49	GP
C.E.N. 1153 Canadá	C-1	M-1	0.00 - 2.00	55.63	27.07	17.30	NP	NP	5.13	GM
		M-2	2.00 - 3.00	56.22	41.51	2.26	NP	NP	1.08	GP
I.E. 1160 José Faustino Sánchez Carrión	C-1	M-1	0.70 - 3.00	73.49	25.98	0.53	NP	NP	1.14	GP
I.E. 1163 José María Arguedas	C-1	M-1	0.40 - 1.10	62.61	26.42	10.98	NP	NP	5.20	GW-GM
		M-2	1.10 - 3.00	69.24	28.36	2.39	NP	NP	2.13	GP
I.E. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán	C-1	M-1	1.50 - 1.80	5.85	41.69	52.46	25.58	10.48	11.86	CL
		M-2	1.80 - 3.00	77.33	16.27	6.40	NP	NP	2.51	GP-GM
I.E. 0095 María Auxiliadora	C-1	M-1	0.30 - 1.80	71.13	24.75	4.11	NP	NP	1.79	GP
		M-2	1.80 - 3.00	77.73	21.49	0.78	NP	NP	1.30	GP
I.E. 1156 José Sebastián Barranca	C-1	M-1	0.75 - 1.50	71.58	18.85	9.57	NP	NP	3.37	GP-GM
		M-2	1.50 - 3.00	71.48	25.00	3.52	NP	NP	4.03	GP
I.E. 101 Libertador Simón Bolívar	C-1	M-1	0.70 - 1.10	3.99	40.23	55.78	24.58	8.62	11.23	CL
		M-2	1.10 - 3.00	91.63	5.68	2.69	NP	NP	2.06	GP
I.E. Túpac Amaru	C-1	M-1	0.70 - 3.00	64.29	35.16	0.55	NP	NP	1.95	GP

FUENTE: Proyecto “Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima”- 2010

En general, al Sur del área de estudio a la profundidad de 0.4m, 0.7m y hasta 1.5m el suelo está conformado por material de relleno, continua un suelo gravoso (GW-GM, GP-GM), y en algunas calicatas ubicadas en los IE Libertador Simón Bolívar, IE Juan Pablo Vizcardo y Guzmán y Juan Crespo y Castillo subyace un suelo areno limosa (SM) y arcilla (CL) hasta una profundidad de 1.1m y 1.8m. para continuar con un suelo gravoso (GP) que corresponde al denominado conglomerado de Lima.

Asimismo, en base a la información geológica, geomorfológica y del Proyecto “Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima”- 2010, en la MIRR se presentan dos tipos de suelos: un suelo de grava mal graduada (GP) que presenta una amplia distribución en el área de estudio y un suelo de relleno que tiene una extensión limitada al Noreste y al Sur de la MIRR.



Del mapa anterior, en los sectores urbanos: Zona residencial 3 ubicada donde se presentan relieves bajos y elevados (calicata del CEN 1153 Canadá), y de Zona residencial 1 y Zona Industrial ubicada en la terraza antigua (calicata del IE Juan Pablo Vizcardo y Guzmán), está conformada por suelos de relleno definido por la presencia de grava con arena o limosa o limo arenoso con grava, contaminado hasta 35% con casquillos de concreto, ladrillo, etc., color marrón, húmeda y compacidad suelta a media.

Mientras un suelo de grava mal graduada (GP) definido por la presencia de grava entre 55% a 90%, arena entre 16.00% a 40.00% y finos entre 0.40% a 7.00%, representará el suelo de cimentación de los sectores urbanos: Zona residencial 1, 2 y 3, así como la Zona Industrial y Mixta.

4.6.3.2 Capacidad Portante de los Suelos

El objetivo de la siguiente propiedad dinámica de los suelos es desarrollar el cálculo de la capacidad portante de los suelos de la MIRR, para lo cual de los valores de ángulo de fricción y de cohesión que se obtiene del ensayo de Corte Directo; en este sentido en el Proyecto “Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima”- 2010, presenta un resumen de los Ensayos Especiales de Corte directo ASTM D-3080, el cual se presenta en el Cuadro N°4.6.3-2:

Cuadro N°4.6.3-2 Resultados de Ensayos de Corte Directo de Suelo en la MIRR

Ubicación	Calicata	Muestra	Profund. (m)	Clasific. SUCS	Corte Directo		Observación
					C (Kg/cm ²)	Ø (°)	
C.E.N. Abraham Zea Carrión	C-1	M-1	0.80 – 2.00	GP	0.00	29.40	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.676 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
Av. Juan Crespo y Castillo 2341	C-1	M-2	1.00 – 2.10	GP	0.00	28.90	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.676 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
C.E.N. 1153 Canadá	C-1	M-2	2.00 – 2.50	GP	0.00	31.70	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.661 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. 1160 José Faustino Sánchez Carrión	C-1	M-1	0.70 – 2.60	GP	0.00	30.80	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.629 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. 1163 José María Arguedas	C-1	M-2	1.10 – 2.00	GP	0.01	30.00	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.661 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán	C-1	M-2	1.80 – 2.50	GP-GM	0.00	30.40	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.616 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. 0095 María Auxiliadora	C-1	M-2	1.80 - 2.20	GP	0.00	29.60	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.603 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. 1156 José Sebastián Barranca	C-1	M-2	1.50 – 2.50	GP	0.00	30.0	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.661 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. 101 Libertador Simón Bolívar	C-1	M-2	1.10 – 2.00	GP	0.00	31.1	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.661 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)
I.E. Túpac Amaru	C-1	M-1	0.30 – 0.80	GP	0.00	31.70	Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.76 gr/cc Humedecida, ensayada al material pasante el tamiz N°4 (4.75 mm)

FUENTE: Proyecto “Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima”- 2010.

En general, el suelo gravoso (GP) que se encuentra a profundidad entre 0.80-2.00m. tienen una cohesión de (0) y con ángulo de fricción interna (28.90 – 31.70), el cual se corrobora con la naturaleza de los depósitos aluviales señalados en el tema de la Geología de la MIRR.

Asimismo, para determinar la capacidad portante se requiere los parámetros como peso unitario, cohesión y ángulo de fricción, el Proyecto en mención plantea como parámetros geotécnicos para el cálculo de la capacidad portante del suelo gravoso que se presenta en el Cuadro N° 4.6.3-3

Cuadro N° 4.6.3-3 Parámetros Geotécnicos para el cálculo de la Capacidad portante

Ubicación	γ_f Tn/m ³	γ_{dg} Tn/m ³	c Kg/cm ²	ϕ (°)	Desplante D _f (m)
C.E.N. 1150 ABRAHAM ZEA CARRION	1.65	2.0	0.0	32	1.0
C.E.N. 1153 CANADA	1.65	2.0	0.0	34	2.0
C.E.N. 1160 JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION	1.65	2.0	0.0	32	1.0
C.E.N. 1163 JOSE MARIA ARGUEDAS	1.65	2.0	0.0	32	1.3
I.E. JUAN PABLO VIZCARDY Y GUZMAN	1.65	2.0	0.0	33	2.0
I.E. 101 LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	1.65	2.0	0.0	33	1.3
I.E. 0095 MARIA AUXILIADORA	1.65	2.0	0.0	34	1.0
I.E. 1156 JOSE SEBASTIAN BARRANCA	1.65	2.0	0.0	32	1.0
I.E.P. TUPAC AMARU 1161	1.65	2.0	0.0	34	1.00
AV. JUAN CRESPO Y CASTILLO N° 2341	1.65	2.0	0.0	32	1.20

FUENTE: Proyecto "Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima"- 2010

Donde:

γ_f : Peso Unitario Superficial Relleno.

γ_{dg} : Peso Unitario Deposito Gravoso.

c: Cohesión.

ϕ : Angulo de fricción interna.

a. Capacidad Admisible de Carga por Corte

Para cimentaciones que exhiben falla local por corte en suelos granulares sin presencia de napa freática, Terzaghi y Peck (1967) sugirió la siguiente ecuación:

$$q_H = D_f \cdot N_q \cdot S_q + 1/2(\gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot S_{\gamma})$$

$$q_{ad} = \frac{q_H}{F.S.}$$

Donde:

q = Capacidad ultima de carga

q_{ad} = Capacidad admisible de carga

c = Cohesión (kg/cm²)

ϕ = Angulo de Fricción Interna

F_s = Factor de seguridad

γ = Peso unitario del suelo

D_f = Profundidad de cimentación (m.)

N_q y N_γ = Parámetros de carga

S_q y S_γ = Factores de Forma

Aplicando los parámetros geotécnicos del Cuadro N° 4.6.3-3, la relación de la capacidad admisible y los parámetros de forma de la cimentación, el mencionado Proyecto presenta los resultados de la capacidad admisible de carga que se resume en el Cuadro N° 4.6.3-4.

Cuadro N° 4.6.3-4 Resultados del cálculo de la Capacidad admisible

Ubicación	Tipo de Cimentación	Ancho de Zapata B (m)	Profundidad Df (m)	q_u (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)
C.E.N. 1150 ABRAHAM ZEA CARRION	Cuadrada	1.00	1.0	8.02	2.67
	Corrida	0.80		6.24	2.08
C.E.N. 1153 CANADA	Cuadrada	1.00	2.0	18.71	6.24
	Corrida	0.80		13.00	4.23
C.E.N. 1160 JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION	Cuadrada	1.00	1.0	8.02	2.67
	Corrida	0.80		6.24	2.08
C.E.N. 1163 JOSE MARIA ARGUEDAS	Cuadrada	1.00	1.3	9.88	3.29
	Corrida	0.80		7.39	2.46
I.E. JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN	Cuadrada	1.00	2.0	16.29	5.43
	Corrida	0.80		11.43	3.81
I.E. 101 LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	Cuadrada	1.00	1.3	11.33	3.78
	Corrida	0.80		8.41	2.80
I.E. 0095 MARIA AUXILIADORA	Cuadrada	1.00	1.0	10.59	3.53
	Corrida	0.80		8.14	2.71
I.E. 1156 JOSE SEBASTIAN BARRANCA	Cuadrada	1.00	1.0	8.02	2.67
	Corrida	0.80		6.24	2.08
I.E.P. TUPAC AMARU 1161	Cuadrada	1.00	1.0	10.59	3.53
	Corrida	0.80		8.14	2.71
AV. JUAN CRESPO Y CASTILLO N° 2341	Cuadrada	1.00	1.2	9.26	3.09
	Corrida	0.80		7.01	2.34

FUENTE: Proyecto "Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima"- 2010.

Del cuadro, el suelo gravoso de la MIRR, con un tipo de cimentación cuadrada y una cimentación corrida, y un ancho de zapata de hasta 1.00m. y una profundidad de cimentación por debajo de 1.00m. tendrá una mejor respuesta ante una carga externa de 2 a 3kg/cm².

b. Cálculo de Asentamiento

El asentamiento de una cimentación puede ser del tipo elástico ó

asentamiento por consolidación. El inmediato o elástico tiene lugar durante o inmediatamente después de la construcción de la estructura; el asentamiento por consolidación, ocurre a lo largo del tiempo y se presenta en los suelos arcillosos saturados.

Teóricamente, el asentamiento total de una cimentación es la suma de los asentamientos elásticos y por consolidación.

En la práctica se ha observado que el asentamiento que sufren los suelos granulares tales como gravas, arenas, limos no plásticos y limos de baja plasticidad son del tipo elástico, pues debido a su permeabilidad alta permiten una inmediata disipación del exceso de presión de poros a consecuencia de la sobrecarga aplicada.

Los asentamientos elásticos en suelos granulares se pueden determinar mediante la siguiente relación (Harr- 1966):

$$S = \frac{q B (1-u^2) I_f}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento inmediato en cm.

u = Relación de Poisson

I = Facto de Forma (cm/m)

E_s = Módulo de elasticidad (Ton/m²)

B = Dimensión característica del área cargada (m)

Con la aplicación de la relación anterior y considerando que para una grava mal graduada limosa (GP), el módulo de Elasticidad E= 5 000,00 Tn/m² y un coeficiente de Poisson μ=0,25, se presentan los resultados del cálculo de asentamiento probable de la cimentación recomendada que se presentan en el Cuadro N°4.6.3-5.

Cuadro N°4.6.3-5 Resultados de asentamientos probable de cimentación recomendada

Ubicación	Forma de la Zapata	Qadm (Ton/m ²)	B (m)	Es (Ton/m ²)	u	if	Si (cm)
C.E.N. 1150 ABRAHAM ZEA CARRION	Corrida	20,8	0,8	5000	0,25	254	0,79
	Cuadrada	26,7	1,0	5000	0,25	112	0,56
C.E.N. 1153 CANADA	Corrida	42,3	0,8	5000	0,25	254	1,61
	Cuadrada	62,4	1,0	5000	0,25	112	1,31
C.E.N. 1160 JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION	Corrida	20,8	0,8	5000	0,25	254	0,79
	Cuadrada	26,7	1,0	5000	0,25	112	0,56
C.E.N. 1163 JOSE MARIA ARGUEDAS	Corrida	24,5	0,8	5000	0,25	254	0,94
	Cuadrada	32,9	1,0	5000	0,25	112	0,69
I.E. JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN	Corrida	38,1	0,8	5000	0,25	254	1,45
	Cuadrada	54,3	1,0	5000	0,25	112	1,14
I.E. 101 LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	Corrida	28,0	0,8	5000	0,25	254	1,07
	Cuadrada	37,8	1,0	5000	0,25	112	0,79
I.E. 0095 MARIA AUXILIADORA	Corrida	27,1	0,8	5000	0,25	254	1,03
	Cuadrada	35,3	1,0	5000	0,25	112	0,74
I.E. 1156 JOSE SEBASTIAN BARRANCA	Corrida	20,8	0,8	5000	0,25	254	0,79
	Cuadrada	26,7	1,0	5000	0,25	112	0,56
I.E.P. TUPAC AMARU 1151	Corrida	27,1	0,8	5000	0,25	254	1,03
	Cuadrada	35,3	1,0	5000	0,25	112	0,74
AV. JUAN CRESPO Y CASTILLO N° 2341	Corrida	23,4	0,8	5000	0,25	254	0,89
	Cuadrada	30,9	1,0	5000	0,25	112	0,65

FUENTE: Proyecto "Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima"- 2010.

Del cuadro anterior, los suelos de relleno está expuesto a un asentamiento mayor de 1 cm. ante cargas externas mayor de 38 Ton/m² con una cimentación con zapata corrida y cuadrada. Mientras, en los suelos gravosos está expuesto a un asentamiento menor de 1cm. ante cargas externas de 20 hasta 32 Tn/m². con zapata corrida y cuadrada.

4.6.3.3 Agresividad del suelo

La agresión que ocasiona el suelo a la cimentación de la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúa sobre el concreto y el acero de refuerzo causándole efectos nocivos.

Esta acción química ocurre en presencia del agua que pueda llegar a la cimentación (cimentación bajo por nivel freático, zona de ascensión capilar, filtración, inundaciones etc.).

Los elementos químicos considerados nocivos a la cimentación son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimientamiento respectivamente y la sales solubles totales por causar pérdida de resistencia por lixiviación. Y para definir el grado de alteración de los elementos nocivos para la cimentación (sulfatos) se hace referencia al comité 318-83 ACI, que se presenta en el Cuadro N° 4.6.3-6

Cuadro N° 4.6.3-6 Grado de alteración de los elementos nocivos para la cimentación

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	

FUENTE: COMITÉ 318-83 ACI

Para el suelo de la MIRR se cuenta con la información de la agresividad del suelo por el contenido de sulfatos, y que se presenta en el Cuadro N° 4.6.3-7.

Cuadro N° 4.6.3-7 Resultados de los ensayos químicos por el contenido de sulfatos

Ubicación	Muestra	Prof. (m)	Sulfatos (ppm)
C.E.N. Abraham Zea Carrión	C-1/M-2	0.80 – 2.00	1915.02
Av. Juan Crespo y Castillo 2341	C-1/M-2	1.00 – 2.10	185.91
C.E.N. 1153 Canadá	C-1/M-2	2.00 – 2.50	1894.00
I.E. 1160 José Faustino Sánchez Carrión	C-1/M-1	0.70 – 2.60	2100.94
I.E. 1163 José María Arguedas	C-1/M-2	1.10 – 2.00	1789.04
I.E. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán	C-1/M-2	1.80 – 2.50	2105.94
I.E. 0095 María Auxiliadora	C-1 / M-2	1.80 – 2.20	1998.94
I.E. 1156 José Sebastián Barranca	C-1/M-2	1.50 – 2.50	1902.74
I.E. 101 Libertador Simón Bolívar	C-1/M-1	1.10 – 2.00	1882.71
I.E. Túpac Amaru	C-1/M-1	0.03 – 1.80	2126.75

FUENTE: Proyecto ""Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima"- 2010.

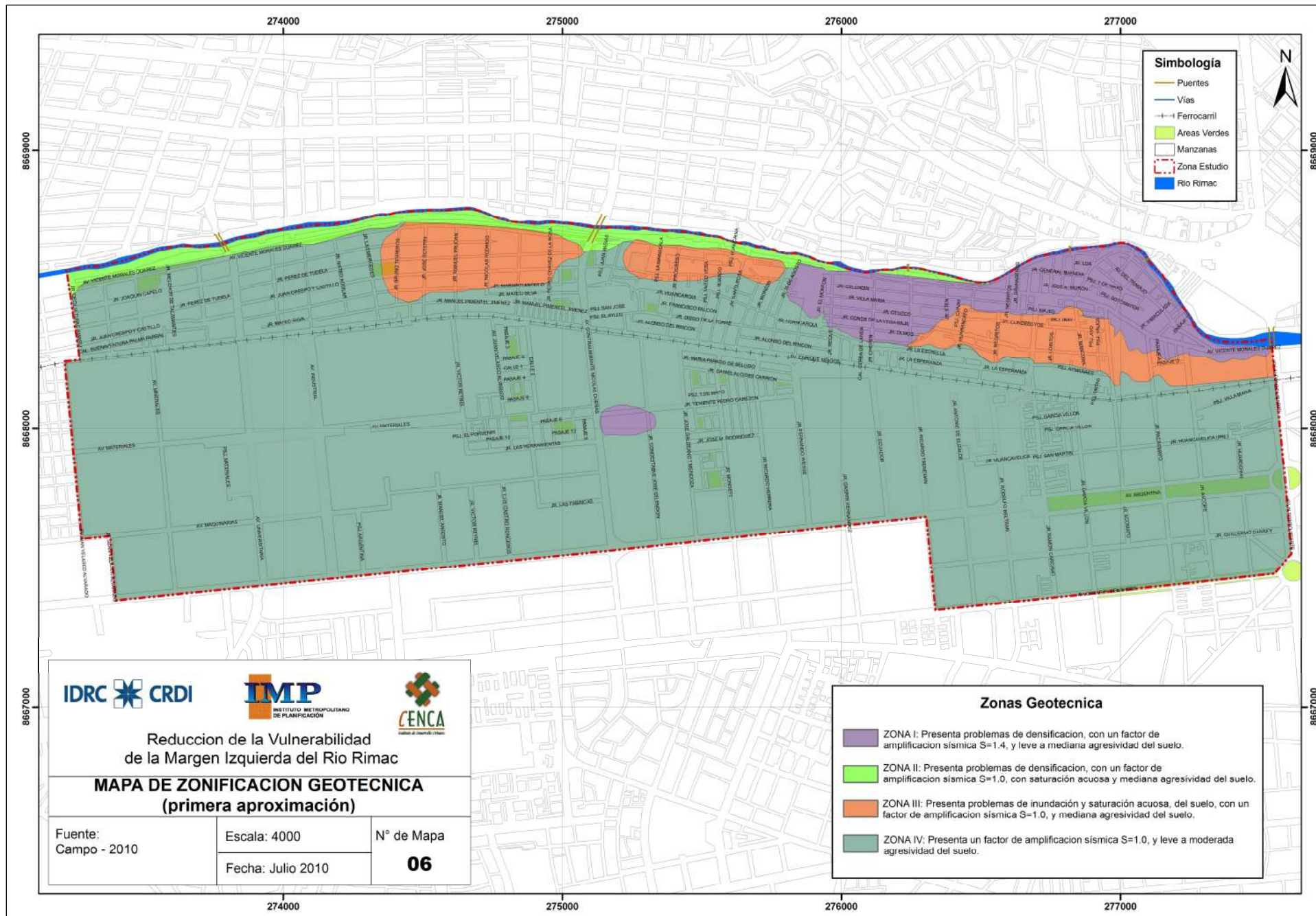
En general, los depósitos que forman parte del terreno de 0.00 m a 2.00 m de profundidad, donde irán emplazadas las estructuras, contiene concentraciones de sulfatos que pueden ocasionar un grado de alteración moderada a leve al concreto, por lo que se recomienda usar cemento Tipo I o similar.

4.6.3.4 Zonificación Geotécnica

La zonificación geotécnica está definida por las razones siguientes:

- Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad Portante y asentamiento de suelo).
- Pérdida de resistencia mecánica del suelo por contenido de humedad.
- Pérdida de resistencia mecánica del suelo por reacomodo de los componentes líticos del suelo (Densificación).
- Agresividad del suelo al concreto.
- Amplificación local de las ondas sísmicas.

Con la finalidad de caracterizar la MIRR en relación a los parámetros geotécnicos y a los problemas especiales del suelo, se ha elaborado la zonificación geotécnica que comprende hasta (4) zonas y que se presenta en el Mapa de Zonificación Geotécnica.



ZONA I

Comprende la parte Noreste de la MIRR, conformado por depósitos antropogénicos, con espesores variables de 0.80- 1.00m. Por las características del suelo presenta un rango de períodos entre 0.5 y 0.7 seg. El comportamiento dinámico del suelo ha sido tipificado como un suelo tipo 3 de la norma sismoresistente, con un factor de amplificación sísmica $S= 1.4$ y un período natural de $T_s= 0.9\text{seg}$.

ZONA II

Se extiende hacia el límite norte de la MIRR, conformado por depósitos aluviales que ampliamente cubren el área de estudio. La zona presenta un frente libre representado por el talud que presenta problemas de inestabilidad y se acentúa por la acción hídrica. Lo cual influye en el comportamiento dinámico donde se produce el reacómodo permanente de las gravas (densificación del suelo), con baja contenido de humedad y una moderada agresividad del suelo.

Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de la superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S= 1.0$ y el período natural del suelo es $T_s= 0.4\text{seg}$. correspondiendo a un suelo tipo 1 de la norma sismoresistente peruana.

ZONA III

Comprende extensiones limitas de la MIRR con relieve de forma depresionadas, conformado en depósitos aluviales que cubren ampliamente el área de estudio. La zona se encuentra expuesta a problemas de inundación por las aguas pluviales y de regadío, lo cual influye en las propiedades dinámicas del suelo que puede llegar a la saturación de la misma, en la moderada agresividad del suelo, y en el densificación del suelo.

El suelo tiene una capacidad admisible entre 2 a 3 kg/cm², y donde el factor de amplificación sísmica por efecto local en esta zona es $S= 1.0$ y el período natural del suelo es $T_s= 0.4\text{seg}$. correspondiendo a un suelo tipo 1 de la norma sismoresistente peruana.

ZONA IV

Comprende la parte Centro y Sur de la MIRR, donde el relieve es plano recortado por los taludes que limitan las terrazas aluviales conformado en depósitos aluviales. Presenta un suelo con una capacidad admisible de 2.5-3kg/cm² y con leve a moderada agresividad del suelo.

Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de la superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S= 1.0$ y el período natural del suelo es $T_s= 0.4\text{seg}$. correspondiendo a un suelo tipo 1 de la norma sismoresistente peruana.

4.6.3.5 Problemas de estabilidad de talud

En el límite Norte de la MIRR se encuentran el talud recto y el talud cóncavo convexo el cual conforma la ribera del río. En la parte alta del talud cóncavo convexo se encuentran los AA: HH. Barrio Obrero 1 de Mayo, 2 de Mayo, Tres de Mayo Comité N° 1, Vicente Morales Duarez, 9 de Octubre primera etapa y 9 de Octubre segunda etapa.

En general, el talud tiene una pendiente de 5:1, está conformada en los depósitos aluviales de edad Cuaternaria. Los materiales observados son grava de guijarros y guijones con matriz limo arcillosa intercalada

con capas de limo y arcilla, la pared del talud adquiere una coloración gris oscura por la filtración de las aguas residuales y pluviales, la cual altera las propiedades físicas del depósito que conforma el talud, llegando al punto de desestabilizar masas de tierra y generar derrumbes y deslizamientos.

También, los problemas de inestabilidad se generan por la modificación que sobre ella realiza el hombre con el afán de mejorar la ocupación como también por el vertimiento de residuos sólidos. Además, en el tramo donde se ubica el AA.HH. 1, 2 y 3 de Mayo, el cauce adquiere una pronunciada forma sinuosa y donde se acentúa la actividad hídrica afectando la base del talud y exponiendo al talud a condiciones inestables. En esta parte el talud alcanza una altura promedio de 30 metros.

El talud recto se observa desde el AA.HH. Vicente Morales Duarez, 9 de Octubre Primera etapa y 9 de Octubre Segunda etapa. En general, en esta parte el talud tiene una pendiente de 4:1, la cual se reduce de 1:1 a 3 / 4 :1, y una altura que varía de 25 hasta los 10 metros en el extremo occidental del área de la MIRR. También, en el talud se observa gravas de guijarros, y el color marrón se genera por la filtración de las aguas de regadío. Cabe destacar, que los derrumbes permanentes han dejado sin base un tramo de 30 metros de la vía en la Av. Morales Duarez.

El talud recto presenta problemas de estabilidad y donde se ha realizado obras de defensa ribereña como los muros de contención en ambas márgenes del río (tramo Pte. Ejercito- AA.HH. 1 de Mayo) y de empedrado (tramo Pte. Dueñas-Pte. Av. Universitaria).

El límite norte de la terraza aluvial t_0 por donde se ubican las calles Aymaraes, La Esperanza y La Estrella, se observa la pared del talud con una tonalidad marrón claro, y constituida por grava son limo y arcilla, compacta y reseca. El talud tiene una pendiente de 5:1, de una altura de 8 metros en la parte Sur del área de la MIRR, al parecer la forma del talud ha sido modificada por el trabajo de extracción de materiales que se realizaba en la zona. Por las condiciones que presenta este último talud se ha observado pocos trabajos de protección de talud.

Se plantea medidas para mitigar el problema de los desastre naturales por la inestabilidad de los taludes como:

- No se deberá efectuar construcciones al borde de la parte superior del talud, a menos que se efectúe un estudio geotécnico que establezca las recomendaciones.
- Las técnicas para protección del talud, que se pueden emplear son variadas como: reforestación, enmallado en las zonas más inestables, etc.
- Evitar el humedecimiento ó saturación del talud. Para tal efecto, es importante controlar el riesgo de los terrenos ubicados en la corona del talud, y el vertimiento de aguas residuales. También un mejoramiento en los sistemas de alcantarillado de agua y desagüe.
- Las viviendas deben alejarse una distancia prudencial del pie del talud (50 metros).
- El corte en la parte alta del talud, en forma de banqueos y la reforestación mediante vegetación que requiere poco agua y típico de climas áridos.

CAPITULO V MAPA DE PELIGROS NATURALES

5.1. INTRODUCCIÓN

Los diversos fenómenos naturales que inciden en la MIRR pueden constituir amenazas para su seguridad física, por lo que es preciso clasificarlos y analizarlos ordenadamente, para luego evaluar y determinar el nivel de peligro existente en cada sector de la MIRR. Para lo cual, se han distinguido los peligros de origen geológico, geológico-climático, hidrológico y geotécnico.

J. Kuroiwa en el libro “Reducción de Desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza” (2002), define como **Peligro o Amenaza** al grado de exposición de un lugar o emplazamiento a los fenómenos naturales dentro de un periodo determinado, independiente de lo que sobre dicha ubicación se construya.

En la MIRR, los fenómenos naturales son los peligros naturales que constituyen una seria amenaza para la seguridad física de los Asentamientos Humanos, donde los eventos sísmicos, los problemas especiales del suelo y de estabilidad de taludes y la acción hídrica pueden generar pérdidas materiales.

En esta situación, con el mapa de Peligros Naturales de la MIRR, se priorizarán las propuestas para mitigar los daños a las infraestructuras como viviendas, vías puentes peatonales, para lograr un área con seguridad física y calidad de vida para la población.

5.2. Mapa de Peligro Naturales

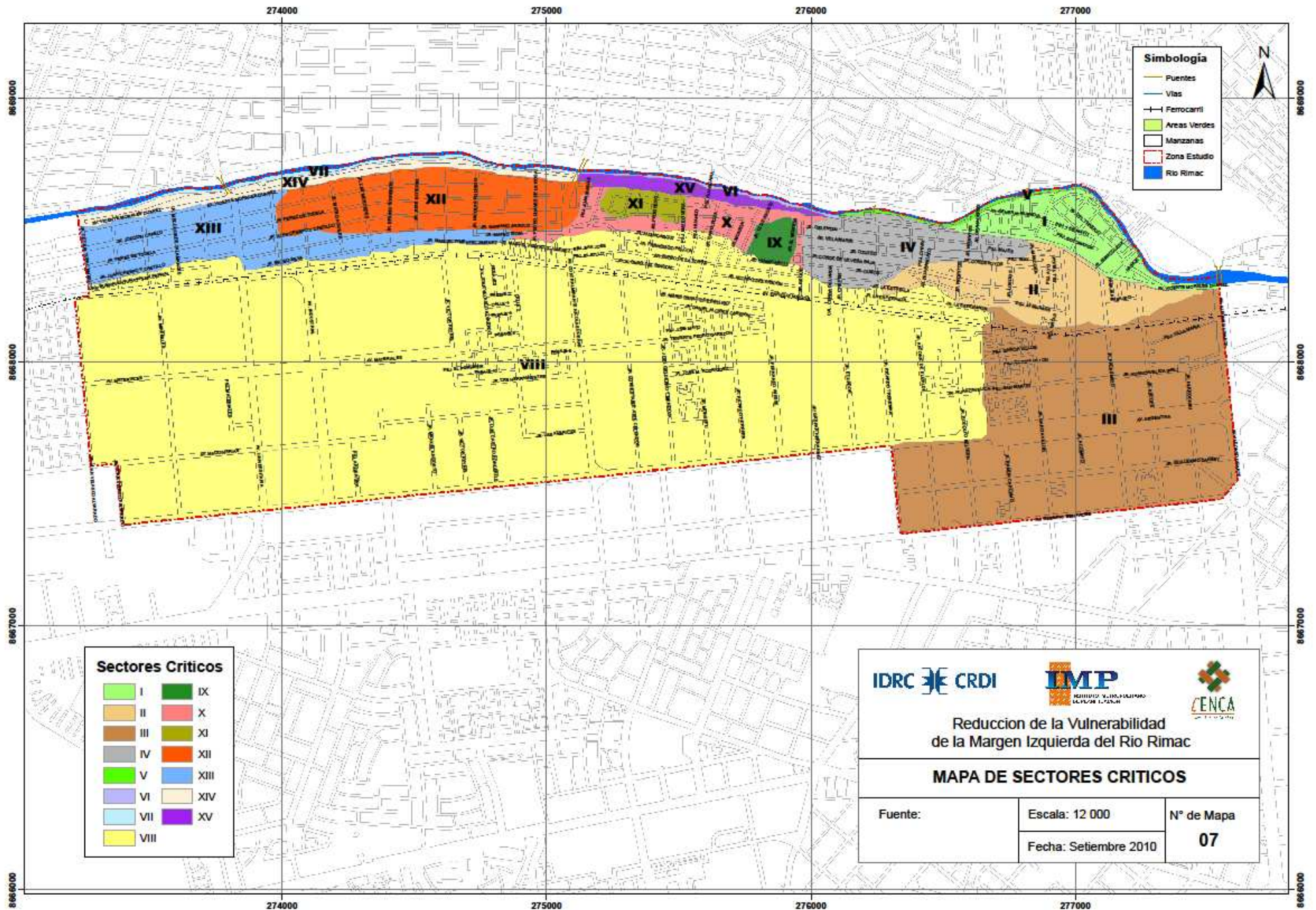
El Mapa de Peligro Natural será el resultado del análisis y evaluación de los sectores críticos y de los peligros naturales.

5.2.1. SECTORES CRÍTICOS

Comprende el espacio geográfico que se ha encontrado expuesto a la acción de los fenómenos naturales, produciendo en un sector un cambio en el relieve y en otro la formación de otros relieves mediante la acumulación de materiales.

La criticidad de los sectores dependerá de los impactos negativos y positivos producidos por los fenómenos naturales y la actividad antrópica en el medio geográfico. De esta manera, los sectores críticos pueden alcanzar niveles de: bajo, medio, alto y muy alto.

En la MIRR se ha identificado hasta 15 sectores críticos, que han sido identificados desde I hasta XV, que se presenta en el Mapa de Sectores Críticos y en el Cuadro N^o 5.2-1.



SECTOR I

Se ubica en el extremo Noreste del área de estudio, el sector tiene un aspecto irregular y se extiende desde la Av. Morales Duarez, los Jrs. María Delgado de la Flor y Lanceros de la Unión, y el límite de la ribera del río Rímac.

El sector se encuentra en un suelo urbanizable con limitaciones físicas, donde se localizan los AA. HH: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo y conde de la Vega Alta.

Presenta un relieve de elevaciones bajas ligeramente inclinado hacia el Noroeste limitada por el talud conca convexo, que tienen cotas que varían de 125.82 msnm hasta 120.32 msnm, constituida por la acumulación y compactación de residuos sólidos (depósito antropogénico).

El sector se encuentra afectado por los problemas de dinámica del suelo donde existe una alta amplificación sísmica, existe lenta densificación y asentamiento de suelo. Asimismo, existe la tendencia de la erosión de suelo por las precipitaciones pluviales y por la filtración de aguas de regadío y por la filtración de las aguas residuales por la ruptura de las alcantarilladas.

SECTOR II

Se ubica al Noreste del área de estudio, el sector tiene una forma alargado de Este – Oeste y se extiende desde la Av. Morales Duarez y en la parte sur por las calles Aymaraes y la prolongación de la calle la Esperanza.

El sector se encuentra la Zona Residencial 3 y la Zona Mixta (Comercial, Residencial e Industrial) un suelo con limitaciones físicas, donde se localizan los AA.HH: Conde de la Vega Baja y parcialmente Conde de la Vega Alta.

Presenta un relieve plano ligeramente inclinado hacia el Oeste, donde alcanza una cota de 117.02msnm hasta 108.54msnm, constituida por la acumulación y compactación de residuos sólidos (depósito antropogénico) que cubren los depósitos aluviales.

El sector se encuentra afectado por los problemas de dinámica del suelo donde existe una moderada a alta amplificación sísmica, una lenta densificación y asentamiento de suelo. Asimismo, existe la tendencia a la ocurrencia de inundación y erosión de suelos por las precipitaciones pluviales y de regadío.

SECTOR III

Se ubica en el extremo Sureste del área de estudio, el sector tiene un aspecto geométrico que se extiende en la parte norte con las Calles La Estrella, La Esperanza y en la parte sur por Av. Oscar Benavides (Colonial) y por el Oeste por la Calles Fernando Wiese.

El sector se encuentra en la Zona Mixta (Comercial, Residencial e Industrial), donde se localizan los AA.HH: La Flor, Acomayo, Casenelli, García Villón, Marginal permanente de Pobladores Ramón Cárcamo, Prolongación Huancavelica, César Vallejo y la Federación Nacional de Trabajadores Ferroviarios.

Presenta un relieve plano ligeramente inclinado hacia el Oeste, constituida por la acumulación de los depósitos aluviales (suelo gravoso).

El sector se encuentra afectado por los problemas generados por los movimientos sísmicos, por el agua superficial que puede producir erosión de suelo e inundación por aguas de regadío, de aguas pluviales.

SECTOR IV

Se ubica al Norte del área de estudio, el sector tiene un aspecto irregular alargado de Oeste-Este, limitado por la calle Condesuyos y extendiéndose hacia el Oeste hasta la Calle Ferreñafe, y por el Norte hasta la Av. Morales Duarez.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 3, donde se localizan los AA. HH. Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro.

Presenta un relieve de elevaciones bajas ligeramente inclinado hacia el Oeste, con cota de 117.07msnm hasta 112.7msnm, constituida por la acumulación de materiales de desmonte y residuos sólidos los que han rellenado las antiguas depresiones formados en los depósitos aluviales.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos que presenta una alta amplificación sísmica, es importante los problemas generados por la dinámica del suelo que se traducen en ligeros asentamientos de suelo, además se puede observar constante humedecimiento del suelo debido a la filtración de las aguas y la humedad.

SECTOR V

Comprende el límite Norte del área en estudio, se extiende desde el Puente Ejército hasta la prolongación de la Calle Ecuador.

Por la naturaleza física del sector, no se encuentra en los tres sectores urbanos: Residencial, Comercial e Industrial.

En general, presenta un relieve de forma cóncavo convexas, y casi verticales con una base ubicada entre 104.32- 89.68msnm y la parte alta con una cota entre 125.71- 101.17msnm, constituida por depósitos aluviales (suelo gravoso) los que son cubiertos por el depósito antropogénico (suelo de relleno).

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos con una mediana amplificación sísmica, es importante los problemas de inestabilidad de talud donde la ocurrencia de desprendimientos y deslizamiento ocasionan permanente modificación al talud.

SECTOR VI

Comprende el límite Norte del área en estudio, se extiende desde la prolongación de la Calle Ecuador hasta la Av. Nicolás Dueñas.

Por la naturaleza física del sector, no se encuentra en los tres sectores urbanos: Residencial, Comercial e Industrial.

En general, presenta un relieve fuertemente inclinado dominado por la forma algo recta, con una base que varía a una cota 89.68- 80.36msnm, y parte altas que tienen una cota que varía de 104.62- 92.17msnm, constituida por depósitos aluviales y la acumulación de materiales de escombros y de desmonte.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos con una mediana amplificación sísmica, es importante los problemas generados la inestabilidad de taludes lo cual produce desprendimientos y deslizamiento que modifican el talud, y problemas generados por la erosión hídrica que impacta la base del talud.

SECTOR VII

Comprende el límite Norte del área en estudio, se extiende desde la Av. Nicolás Dueñas hasta el límite occidental del área de estudio.

Por la naturaleza física del sector, no se encuentra en los tres sectores urbanos: Residencial, Comercial e Industrial.

En general, presenta un relieve de forma al recta y fuertemente inclinado, con una base que tiene cotas entre 72.42-61.57msnm y la parte alta con cotas entre 84.62-65.86msnm, constituida por depósitos aluviales, y una acumulación de materiales de escombros y de desmonte y una cobertura poco diferenciada con materiales usados como defensa ribereña.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos con una mediana amplificación sísmica, siendo importante los problemas de inestabilidad de taludes lo cual produce pequeños desprendimientos que modifican el talud. Dicho talud es permanentemente afectado por la erosión hídrica del río Rímac.

SECTOR VIII

Se ubica al Sur del área de estudio, el sector tiene un aspecto geométrico que limita por el Norte con la Av. Enrique Meiggs por el Sur con la Av. Argentina, por el Este limita con el sector III.

En el sector se ubica la Zona Industrial y parcialmente la zona Residencial 1 y 2, donde se localizan los AA. HH: 1 de Octubre el Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre-Palermo, Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de Enero.

En general, presenta un relieve plano ligeramente inclinado hacia el Oeste, constituida por la acumulación de los depósitos aluviales (suelo gravoso).

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos que presentan una baja amplificación sísmica, es importante los problemas causados por la acción hídrica ocasionando la lenta erosión de suelo por las aguas pluviales y de regadío, como por el constante humedecimiento del suelo que ocurre como una consecuencia de la filtración de las aguas de regadío.

SECTOR IX

Se ubica en la parte del Centro Norte del área de estudio, el sector tiene una forma de rectángulo limitado por las calles 15 de Agosto, Reque, Huancarqui y la Av. Morales Duarez conformando el sector conocido con el nombre El Montón.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 2, donde se localizan el AA. HH: Villa María del Perpetuo Socorro.

En general, presenta un relieve plano ligeramente inclinado de poca extensión recortado por relieve inclinado conformando los terrenos de elevaciones bajas donde el punto de mayor altura alcanza la cota de 119.27 msnm y el punto bajo una altura de 103.17msnm, constituida por la acumulación de materiales de desmonte y residuos sólidos.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos que presentan una alta amplificación sísmica, los problemas generados por la dinámica del suelo que se traducen en ligeros asentamientos de suelo, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo que ocurre por la filtración de las aguas de lluvias.

SECTOR X

Se ubica en la parte noreste del área de estudio, el sector tiene un aspecto irregular limitado por la av. Morales Duarez, el borde del talud y el Sector I.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 2, donde se localizan el AA. HH: Barrio Obrero 2 de Mayo.

En general, presenta un relieve plano ligeramente inclinado recortado por el talud cóncavo convexo del Sector 5, el relieve es moderadamente inclinado con cotas entre 115.9msnm al Este y otro de 110.35msnm al Oeste, constituida por la acumulación de materiales de desmonte y residuos sólidos.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos que presentan una alta amplificación sísmica, los problemas generados por la dinámica del suelo que se traducen en ligeros asentamientos de suelo, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo por la filtración de las aguas de de regadío, y el lento arrastre de materiales sólidos por la acción de las aguas pluviales.

SECTOR XI

Se ubica al Norte del área de estudio, el sector tiene un aspecto irregular y elongada en la dirección Oeste-Este, limitada por la Av. Morales Duarez, la Calle 15 de Agosto e Isabel Flores de Olaya.

En general, el sector se encuentra en la Zona Residencial 2, donde se localiza la Junta Vecinal: Comunal de Santa Rosa de Mirones Alto (Juves Roma), y parcialmente los AA. HH. Nueva Ciudad de Luz y de Mirones Alto-JUVEMA.

En general, presenta un relieve en depresión donde el punto bajo alcanza una cota de 89.67msnm y el punto alto tiene una altura de 94.53msnm, constituida por los depósitos aluviales.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos que presentan una baja a moderada amplificación sísmica, es importante los problemas generados por la acción hídrica que pueden generar inundación por aguas pluviales, agua de regadío y agua residuales por la filtración de dichas aguas en antiguas redes de alcantarilla, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo por la filtración de las aguas de de regadío y pluvial.

SECTOR XII

Se ubica al Norte del área de estudio, el sector tiene un aspecto irregular y forma elongada en la dirección Oeste-Este, limitada por la Av. Morales Duarez, Nicolás Dueñas, y la Calle Las Mercedes.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 1, donde se localiza la Junta Vecinal: parcialmente Mirones Alto-JUVEMA y Comunal de Mirones Bajo (JUVECO).

En general, presenta un relieve en depresión con una base moderadamente inclinada hacia el Oeste donde la parte baja alcanza cotas entre 79.2- 82.65msnm y la parte alta cotas entre 81.8- 87.32msnm, constituida en los depósitos aluviales.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos y donde presenta una baja a moderada amplificación sísmica, es importante los problemas generados por la acción hídrica que pueden generar inundación por aguas pluviales, de regadío y residuales por la filtración de dichas aguas por la antigüedad de las redes de alcantarilla, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo por la filtración de las aguas de de regadío y la humedad.

SECTOR XIII

Se ubica al Norte del área de estudio, tiene una forma elongada en la dirección Oeste-Este, limitado por las Avs. Morales Duarez y Enrique Meiggs, la Calle Reque y el límite Oeste del área de estudio.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 1, donde se localiza la Junta Vecinal: Comunal de Mirones Bajo (JUVECO) y Mirones Alto-JUVEMA, la Asociación de

Pobladores: Ricardo Palma. Urb. San Fernando, la Coop. de Vivienda: El Ayllu, los AA.HH. César Vallejo Mirones Bajo, Los Ángeles y El Planeta.

En general, presenta un relieve plano moderadamente inclinada hacia el Oeste, recortado por otros relieves que están representados por los Sectores XI y XII, donde la parte baja alcanza cota de 65.28msnm y la parte alta alcanza cota 100.56msnm, constituida en los depósitos aluviales (suelo de grava mal graduada con presencia de limos y arcilla).

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos y donde presenta una baja a moderada amplificación sísmica, este problema se acentúa cuando el relieve presenta irregulares y cuando los materiales tienden a ser sueltos como los depósitos de relleno, es importante los problemas generados por la acción hídrica que pueden generar erosión de suelo por aguas pluviales, de regadío y residuales por la filtración de dichas aguas por la antigüedad de las redes de alcantarilla, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo por la filtración de las aguas de de regadío y la humedad.

SECTOR XIV

Se ubica al Norte del área de estudio, tiene una forma elongada en la dirección Oeste-Este, limitado por la Av. Morales Duarez y el borde del talud recto.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 1, donde se localiza el AA. HH. 9 de Octubre Segunda etapa.

En general, presenta un relieve plano ligeramente inclinada hacia el Oeste, recortado bruscamente por el relieve fuertemente inclinado, donde la parte baja (zona del cauce del río) alcanza cota de 61.57- 65.48msnm y la parte alta alcanza cota 62.13-72.59msnm, constituida en los depósitos aluviales (suelo de grava mal graduada con presencia de limos y arcilla).

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos y donde presenta una moderada a alta amplificación sísmica, este problema acentúa el problema de inestabilidad del talud generando en sectores desprendimientos afectando en una reducción de la extensión del sector en cuestión. También es importante los problemas generados por la acción hídrica que pueden generar erosión de suelo por aguas pluviales, de regadío y residuales este último por la falta de saneamiento básico por la filtración de dichas aguas por la antigüedad de las redes de alcantarilla, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo por la filtración de las aguas de de regadío y la humedad.

SECTOR XV

Se ubica al Norte del área de estudio, tiene una forma elongada en la dirección Oeste-Este, limitado por la Av. Morales Duarez y el borde del talud cóncavo convexo.

El sector se encuentra en la Zona Residencial 2 y 3, donde se localiza los AA. HH. Tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez y 9 de Octubre Primera etapa.

En general, presenta un relieve plano ligeramente inclinada hacia el Oeste, recortado bruscamente por el relieve fuertemente inclinado, donde la parte baja alcanza una cota de 80.36msnm y la parte alta una cota 107.35msnm, constituida en los depósitos aluviales (suelo de grava mal graduada con presencia de limos y arcilla), cubiertos por depósitos de relleno en el extremo Este del sector.

El sector se encuentra expuesto a la acción de los movimientos sísmicos y donde presenta una moderada a alta amplificación sísmica, el cual acentúa el problema de inestabilidad del talud generando desprendimientos que afectan sectores de corta extensión y con una reducción de la extensión del sector en cuestión. También es

importante los problemas generados por la acción hídrica que pueden generar erosión de suelo por aguas pluviales, de regadío y residuales este último por la falta de saneamiento básico y por la antigüedad de las redes de alcantarilla que se produce la filtración de las aguas residuales, y también se puede observar el constante humedecimiento del suelo por la filtración de las aguas de de regadío y la humedad.

Cuadro N° 5.2-1 Sectores críticos con los peligros naturales en la MIRR

SECTORES CRÍTICOS	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	UBICACIÓN	PELIGROS NATURALES
I	Terraza aluvial 1	AA. HH: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo y conde de la Vega Alta.	Sismicidad, Inundación de aguas residuales, Erosión de suelo, Amplificación sísmica, Densificación del suelo
II	Terraza aluvial 1 y Colina	AA.HH: Conde de la Vega Baja y parcialmente Conde de la Vega Alta.	Sismicidad, Erosión de suelo, Amplificación sísmica, Densificación de suelo,
III	Terraza aluvial 2	AA.HH: La Flor, Acomayo, Casenelli, García Villón, Marginal permanente de Pobladores Ramón Cárcamo, Prolongación Huancavelica, César Vallejo y la Federación Nacional de Trabajadores Ferroviarios	Sismicidad, Inundación por aguas de regadío y aguas residuales, Erosión de suelo, Amplificación sísmica,
IV	Depresión	AA. HH. Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro	Sismicidad, Inundación por aguas de precipitación pluvial y aguas residuales, Erosión de suelo, Amplificación sísmica, Densificación de suelo.
V	Talud recto	Tramo: Pte. Ejército-Prolongación El Montón	Sismicidad, Erosión de ribera, Derrumbes, Desprendimientos, Deslizamiento, Flujo de lodo, Inundación de aguas residuales, Amplificación sísmica, Inestabilidad de talud
VI	Talud mixto	Tramo: prolongación El Montón-Pte. Dueñas	Sismicidad, Erosión de ribera, Derrumbes, Desprendimientos, Deslizamiento, Flujo de lodo, Inundación de aguas residuales, Amplificación sísmica, Inestabilidad de talud.
VII	Talud mixto	Aguas abajo del Pte. Dueñas	Sismicidad, Erosión de ribera, Derrumbes, Desprendimientos, amplificación sísmica, Inestabilidad de talud.
VIII	Terraza aluvial 2	Zona Industrial, AA. HH: 1 de Octubre el Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre-Palermo, Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de Enero	Sismicidad, Erosión de suelo, Amplificación sísmica. Inundación de aguas pluviales.
IX	Colina	AA. HH: Villa María del Perpetuo Socorro.	Sismicidad, Densificación de suelo, Amplificación de suelo, inestabilidad del talud de corte.
X	Terraza aluvial 2	AA. HH: Barrio obrero 2 de Mayo	Sismicidad, Erosión de suelo, Inundación por agua de regadío, Amplificación sísmica
XI	Depresión	Junta Vecinal: Comunal de Santa Rosa de Mirones Alto (Juves Roma), y parcialmente los AA. HH. Nueva Ciudad de Luz y de Mirones Alto-JUVEMA	Sismicidad, Inundación por aguas pluviales y aguas de regadío, erosión de suelo, Saturación acuosa del suelo, Amplificación sísmica
XII	Depresión	Junta Vecinal: parcialmente Mirones Alto-JUVEMA y Comunal de Mirones Bajo (JUVECO)	Sismicidad, Inundación por aguas pluviales y aguas de regadío, erosión de suelo, Saturación acuosa del suelo, Amplificación sísmica
XIII	Terraza aluvial 2	Zona Industrial, Junta Vecinal: Comunal de Mirones Bajo (JUVECO) y Mirones Alto-JUVEMA, la Asociación de Pobladores: Ricardo Palma. Urb. San Fernando, la Coop. de Vivienda: El Ayllu, los AA.HH. César Vallejo Mirones Bajo, Los Angeles y El Planeta	Sismicidad, Erosión de suelo, Amplificación sísmica. Inundación de aguas pluviales.
XIV	Terraza aluvial 2	AA. HH. 9 de Octubre Segunda etapa	Sismicidad, Erosión de suelo, Inundación por aguas pluviales y aguas residuales, Amplificación sísmica,
XV	Terraza aluvial 2	AA. HH. Tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez y 9 de Octubre Primera etapa	Sismicidad, Erosión de suelo, Inundación por aguas pluviales y aguas residuales, Amplificación sísmica,

PREPARACION : TEOFILO ALLENDE CC. Peligros Naturales en la MIRR - Junio 2010

5.2.2. PELIGROS NATURALES

Los peligros naturales son aquellos elementos del medio ambiente físico, o del entorno físico perjudicial al hombre y causado por fuerzas ajenas a él (Burton 1978).

En el presente Estudio, el peligro natural ha sido tratado en relación al cambio en la forma del relieve y en el comportamiento de los materiales terrestres frente a los agentes naturales que generan dicho peligro que, por razón del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos y a sus actividades. Según lo anterior, el tema de los peligros naturales en la MIRR ha sido tratado como peligro geológico, peligro geológico climático, peligro hidrológico y peligro geotécnico.

5.2.2.a Evaluación del Peligro geológico

Los peligros de origen geológico están representados por la sismicidad, la cual tiene mayor incidencia en la MIRR. La mayor o menor incidencia de los peligros de origen geológico dependen de la:

- Forma del relieve como suave y/o inclinado
- Naturaleza y tipo de material de cobertura y
- Uso del suelo

a. Sismicidad

Son los sacudimientos de la superficie terrestre originada por la ruptura cortical, la colisión de placas litosféricas entre otras.

Sustentado en el marco geotectónico, la historia sísmica, las zonas sismogénicas, la distribución especial de los sismos, se ha concluido que la sismicidad del área de estudio es catalogado como **ALTA SÍSMICIDAD**, y con parámetros que se presentan en el Cuadro N° 5.2.2-1.

Cuadro N° 5.2.2-1 Parámetros de la sismicidad en la MIRR

ESCENARIO	INTENSIDAD	MAGNITUD	ACELERACIÓN SÍSMICA	
			Para un 10% de excedencia en 50 años	Para un 10% de excedencia en 100 años
Area de influencia indirecta de la MIRR	X - XI	9	0.44g - 0.38g	0.50g - 0.44g
Area de influencia directa de la MIRR	VII - VIII	8	0.42g - 0.40g	0.48g - 0.46g

Preparado: Equipo Técnico del Proyecto: Peligros Naturales de la MIRR-2010

El escenario de área de influencia directa comprende el Distrito del Cercado de Lima y San Martín de Porres, y el área de influencia indirecta comprende la Provincia de Lima.

Asimismo, según las características físicas del territorio y el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) – Norma Técnica E 030, se obtuvieron los siguientes parámetros de suelo:

Cuadro N° 5.2.2-2 Parámetros del suelo para diseño sismoresistente de la MIRR

Factores	Valores
Parámetros de zona	Zona 3
Factor de zona	Z(g) 0.4
Tipo de suelo	S= 3
Amplificación de suelo	S = 1.4
Periodo predominante de vibración	Tp = 0.9 seg
Sísmico	C=0.6
Coefficiente de Uso	U= 1.00

FUENTE Reglamento Nacional de Edificaciones-norma E030

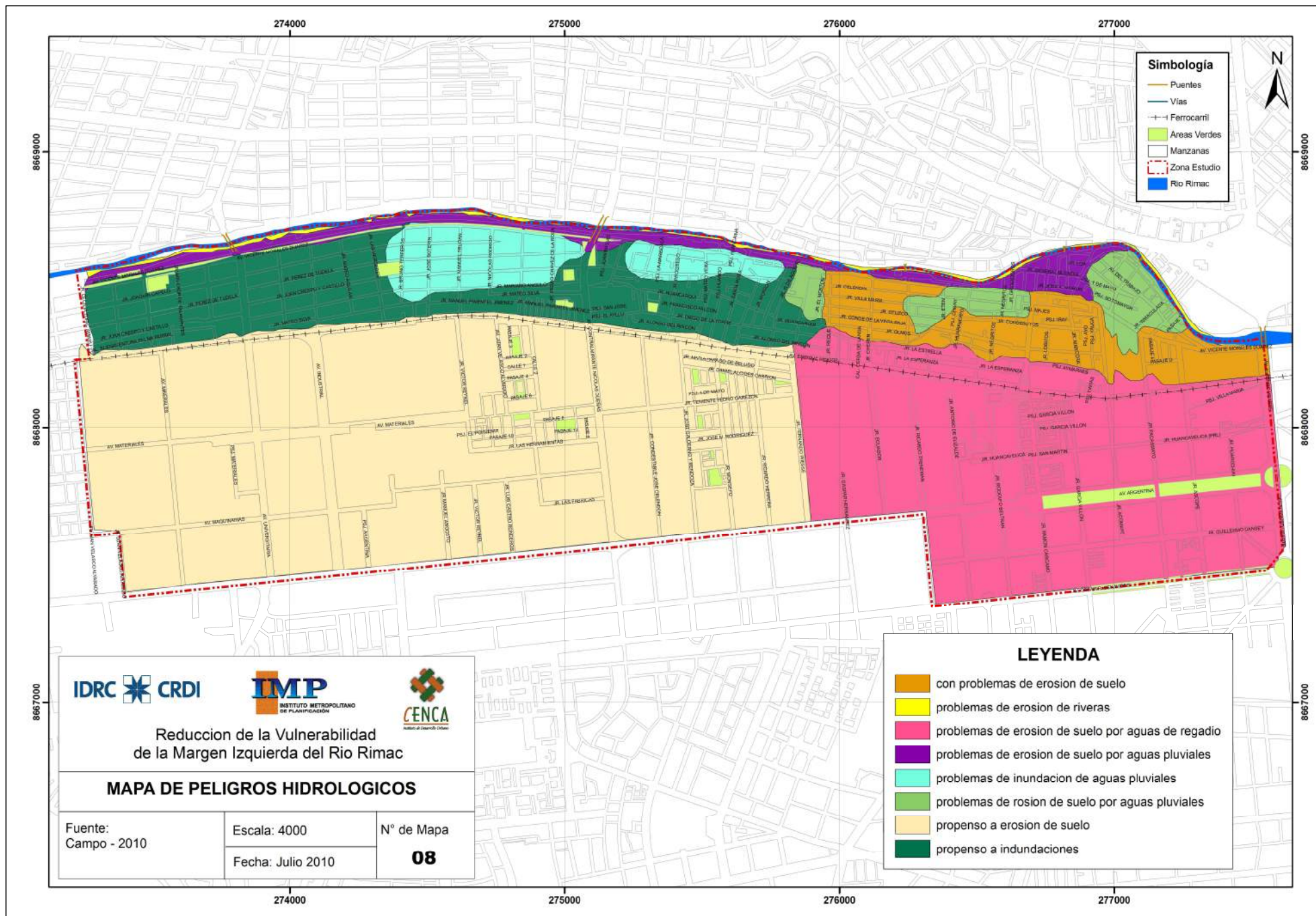
La severidad de los movimientos sísmicos en la MIRR, dependerá de la calidad del suelo. Es decir, en las condiciones del material que están representadas por el tipo de material de cobertura como los depósitos aluviales, de escombros y antropogénico, y en el intenso humedecimiento del suelo. Estas condiciones de los materiales se distribuyen en los sectores urbanos: Zona Residencial 1 y Residencial 2, mientras en la Zona Comercial e Industrial las presentan aspectos limitantes del suelo que depende principalmente de la forma del relieve.

Además, una parte de la Zona residencial 1 se expone a una severidad mayor a los sismos respecto a las otras, debido al suelo constituido de relleno y al tipo de construcción, antigüedad y estado de conservación de las viviendas.

5.2.2.b Evaluación del Peligro hidrológico

Están considerados como peligros naturales de carácter exógeno, donde el agente hídrico puede ocasionar el desastre natural. El agua se manifiesta en las precipitaciones pluviales, fluviales, de regadío y en el caso de la MIRR, también puede ser considerado las aguas residuales. Estos peligros pueden acentuarse por la forma e inclinación del relieve, por el manejo de las aguas de regadío, y la mala intervención del hombre en el medio físico.

En la MIRR los problemas hidrológicos están representados por las inundaciones de aguas pluviales, inundaciones fluviales, inundaciones por aguas de regadío, inundaciones por aguas residuales, erosión de suelo, erosión de ribera y los flujos de lodo, las cuales se presentan en el Mapa de Peligros Hidrológicos y en el Cuadro N^a 5.2-2.



Cuadro N° 5.2-2 Peligros Hidrológicos en la MIRR

Inundaciones	Por agua de río
	Por aguas pluviales
	Por aguas de regadío
	Por aguas residuales
Erosión	De Suelo
	De Ribera
Flujos de lodo	

Preparado: TEOFILO ALLENDE CC. Peligros Naturales en la MIRR. Junio 2010

a. Inundaciones por aguas del río

Consiste en el desborde de las aguas del río Rímac y el alcance que realiza sus aguas más allá del cauce natural.

En épocas de estiaje las aguas se mantienen en el cauce del río Rímac, inclusive se observa la acumulación de gravas en el cauce, y en durante la crecida las aguas del río pueden alcanzar alturas hasta 1 metro del cauce, el aumento del nivel de las aguas también resulta del aporte del vertimiento de las aguas residuales, los residuos sólidos y desmonte, que se acentúa por la modificación que sufre la forma del cauce aguas abajo del Puente del Ejército. Estas condiciones dinámicas del río influyen en el proceso de inundación que se produce hacia el límite occidental de la MIRR.

Más allá del límite Occidental del área de la MIRR, presentan taludes que alcanzan alturas menores de 2 metros y la superficie de inundación, y donde los suelos son usados para la acumulación de residuos sólidos.

b. Inundaciones por aguas pluviales

Se considera que en años normales las precipitaciones pluviales son escasas y pueden alcanzar los 27.27 mm/año (Estación de Chosica), pero cuando se presenta el Fenómeno del Niño, la pluviosidad es elevada, y eso que históricamente la ciudad de Lima a soportado precipitaciones que han superado los 150 mm., afectando la ciudad produciendo inundaciones en aquellos sectores donde el relieve no tiene pendiente y en sectores con relieves bajos.

La MIRR presenta un relieve variado con depresiones y pequeñas elevaciones, el cual está ocupada por viviendas, así como en las depresiones donde no se ha observado un adecuado sistema de evacuación de aguas pluviales y donde se ha observado una alta densidad de viviendas.

Las inundaciones por precipitaciones pluviales se presentan en los sectores urbanos como Zonas residenciales 1 y 2 donde se ubican los relieves de forma depresionada.

c. Inundaciones por aguas residuales

Consiste en la invasión de aguas residuales sobre la superficie terrestre, que se produce por varias causas: falta de saneamiento básico de la población donde se realiza el vertimiento de dichas aguas al suelo y en otras por las instalaciones sin criterio técnico que se realizan de las redes de desagüe, produciendo la ruptura de las redes por la sobrecarga o por la continua excavación del suelo.

El vertimiento de las aguas al suelo y la fuga de las mismas, hacen que las aguas discurren hacia sectores con pendiente y en sectores bajos o donde no existe

pendiente se produce la acumulación, incrementando el problema ambiental del sector urbano: Zona Residencial 1.

En la MIRR, es frecuente observar la fuga de aguas residuales y el poco escurrimiento por la Av. Morales Duárez en la Zona Residencial 1 donde el servicio básico es deficiente. El problema es crítico en las viviendas que ocupan el borde de los taludes donde los pobladores han instalado redes de alcantarillas que se encuentran en pésimas condiciones.

d. Inundaciones por aguas de regadío

En la MIRR existen espacios verdes (jardines municipales), como en los AA. HH. 1 de Octubre El Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre–Palermo, Palermo III, 4 de Enero; en la Junta Vecinal Mirones Alto-JUVEMA, la Urb. San Fernando, y la Junta Vecinal comunal de Mirones Bajo (JUVECO), entre otras, también considerando las áreas verdes de los vecinos.

El mantenimiento de las áreas verdes lo realiza la Municipalidad mediante el paso de camiones cisternas y en otros mediante persona que realiza el trabajo de regar las áreas verdes. En ambos casos, el regadío se realiza sin el mínimo criterio técnico el cual consiste en dejar remojar el área hasta saturar el suelo de agua y produciendo el desborde y la inundación del suelo y las áreas aledañas.

Siendo un suelo con una capacidad de filtrar el agua y condiciona el permanente humedecimiento del suelo.

e. Erosión de suelo

Comprende el proceso de degradación del suelo producido por el agua, el proceso se inicia en un relieve con pendiente y al contacto del elemento hídrico con el suelo donde el agua lentamente arrastra los componentes del suelo socavando y formando los canales de escurrimiento. El proceso es evidente en suelos naturales y en otros casos se manifiesta con el deterioro de las pistas y veredas.

El agua puede corresponder a las precipitaciones pluviales, y en otros se genera por el deficiente manejo de las aguas de regadío y las ineficientes conexiones de las redes de alcantarillado de agua y desagüe que contribuye al deterioro del suelo.

En general, en la MIRR se presenta un relieve con una pendiente de 1/10: 1 -1/4:1, el proceso de erosión de suelo se acentúa por el manejo de las aguas de regadío donde saturan de agua las áreas verdes (parques y jardines), y en otros casos por la fuga de las aguas residuales a partir de las redes de alcantarillado y en otros por las malas conexiones domiciliarias, también por permanente arrojamiento de las aguas residuales en las calles. Esto se observa en la Av. Morales Duárez y en las calles de las poblaciones ubicadas en el borde de los taludes de los AA.HH. 1, 2 y 3 de Mayo.

f. Flujos de lodo

Corresponde al movimiento de masa de tierra con agua, este proceso puede tener lugar en condiciones como relieves con pendientes, presencia de materiales inconsolidados y la saturación de agua del suelo, donde la cargas externas superan la capacidad de resistencia del material que se desencadena en un movimiento de masas de tierra y agua.

En los sectores críticos V y VI, los taludes rectos soportan la carga que proceden de las aguas residuales que son vertidos por los pobladores hacia el río, las aguas residuales caen sobre talud y en el proceso saturan de agua el suelo, que luego se convierten en pequeños flujos de lodo. Este proceso se acentúa en los sectores donde es permanente la caída y saturación acuosa del suelo.

Este proceso contribuye a la inestabilidad del talud donde se puede generar los procesos de remoción en masa.

g. Erosión de ribera

Desgaste que produce el agua de río sobre el borde del cauce natural, produciendo un debilitamiento de la base y la caída de una porción del talud resultando con la modificación de la forma del cauce y la alteración en el proceso dinámico del río es decir produciendo en un sector la erosión hídrica y en otro la sedimentación de materiales.

Asimismo, el proceso de erosión de ribera dependerá de la morfología del valle aluvial, la pendiente y ancho del cauce, la naturaleza del suelo en sus márgenes, etc., así como de los factores que afectan los regímenes de descarga en un corto período del río.

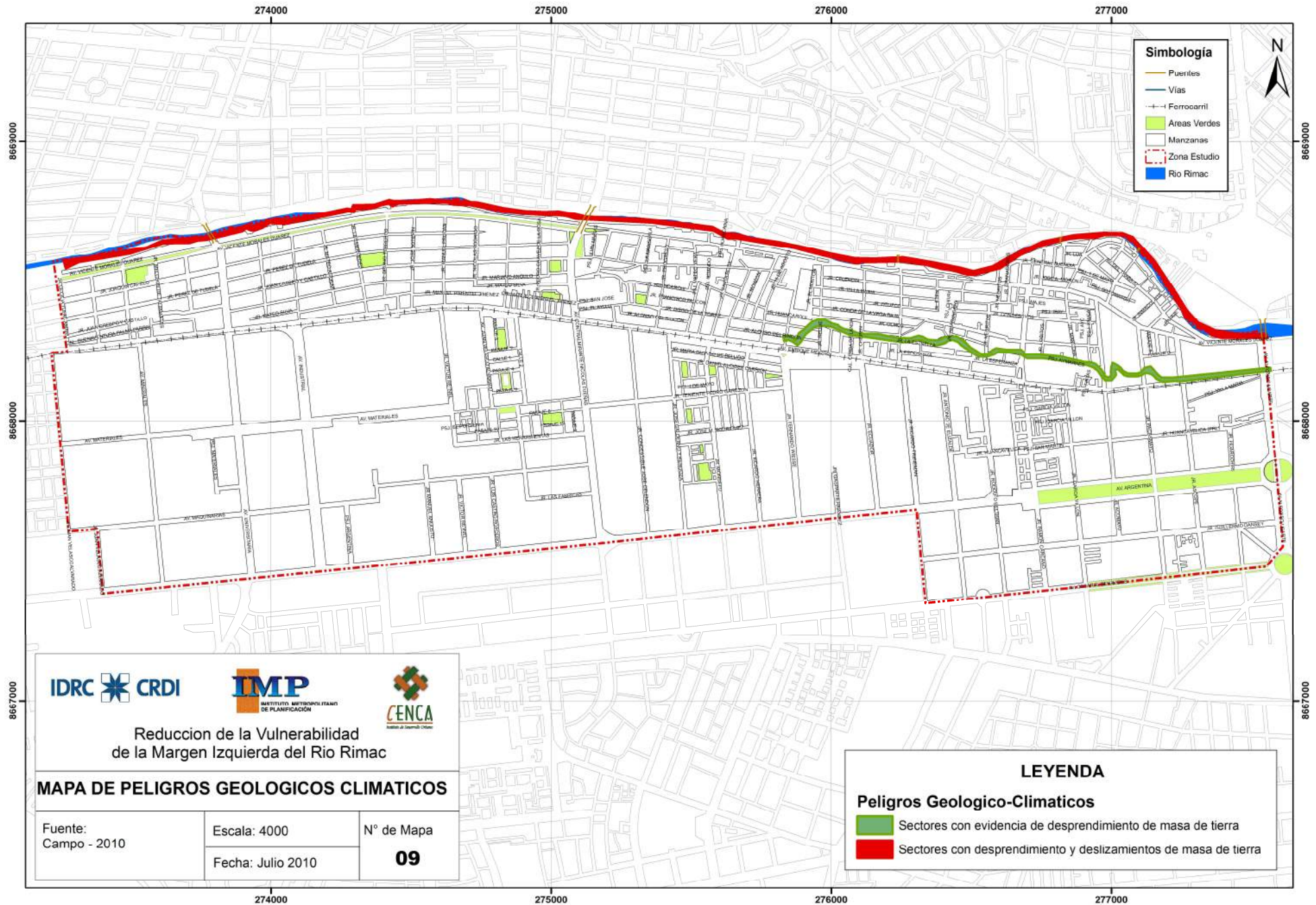
Los daños ligados a la erosión de ribera se dan en puentes, terraplenes de carreteras y trochas, áreas de cultivo y áreas pobladas ubicadas en la margen del río. En el caso de la MIRR, el perjuicio se produce en los terraplenes de las vías como en un tramo de la Av. Morales Duarez (en la prolongación El Montón), y en debilitamiento de los taludes como en los sectores críticos V y VI, y el proceso de erosión de ribera es intenso en el sector V por la forma sinuosa del cauce del río.

5.2.2.c Evaluación del Peligro Geológico - Climático

Los fenómenos geológico-climáticos, se producen en diferentes condiciones como el humedecimiento del suelo, que se produce por las aguas pluviales, aguas de regadío u otros eventos como el tránsito de vehículos de diferente carga, que provocan deslizamientos y derrumbes del suelo, produciendo desastres con pérdidas económicas.

El humedecimiento tiene un doble efecto negativo: debilitan la resistencia del suelo al corte e incrementan la carga que actúa sobre él. Cuando ésta última supera a la primera se produce el deslizamiento del suelo.

El relieve de la MIRR se encuentra recortado por talud recto y talud cóncavo convexo donde la acción hídrica y la intervención del hombre producen inestabilidad del talud generando movimiento de masa de tierra y exponiendo a los pobladores de los bordes del talud a los peligros geológicos climáticos: derrumbes y deslizamientos, el cual se presenta en el Mapa de Peligros Geológico-Climático.



a. Derrumbe de suelo

Representa la caída repentina de una porción de suelo o material no consolidado, por la pérdida de resistencia al esfuerzo cortante y a la fuerza de la gravedad, sin presentar un plano de falla. El derrumbe suele estar condicionado a la presencia de discontinuidades o grietas en el suelo con ausencia de filtraciones acuíferas no freáticas. Generalmente ocurren en taludes de fuerte pendiente.

El límite Norte de la MIRR está representado por el talud recto y talud cóncavo convexo, que se encuentran expuestos a la acción hídrica y a la actividad humana, donde la ocurrencia de los derrumbes de suelo ha influenciado en la forma y en las condiciones inestables del talud, esta situación se presentan en los sectores críticos V y VI.

La forma del cauce del río es una manifestación de la erosión hídrica, que en el sector V se observa una forma sinuosa, y donde las aguas del río tiende a socavar la base del talud y a modificar la forma del cauce, y donde se mantienen la inestabilidad del talud. Los sectores inestables del talud son espacios reducidos donde se han producido los movimientos de masas de tierra, y cuyos materiales en algunos casos cubren el talud.

Los sectores inestables del talud se presentan cuando los pobladores realizan trabajo de excavación por los procesos constructivos para las viviendas y la instalación de redes de agua y desagüe, y estas condiciones se acentúan por el tránsito de vehículos de diferente carga por la Av. Morales Duarez y los movimientos sísmicos, como es el caso del tramo de la Av. Morales Duarez en la prolongación de El Montón donde la pista se encuentra sin base y con medidas temporales de sostenimiento.

b. Deslizamiento

Ruptura y desplazamiento de pequeñas o grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos, en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento.

Las causas que generan las fallas es la variación del contenido de humedad en la masa de suelo provocada por las lluvias torrenciales como consecuencia de cambios climáticos adversos. Otra de las causas la constituye las vibraciones sísmicas.

En el sector V de la MIRR se presentan sectores del talud donde han ocurrido pequeños deslizamientos de tierra y cuyos materiales cubren la parte del talud. Este proceso se debe a la actividad del hombre y los movimientos sísmicos. La actividad humana está representada por el vertimiento de aguas residuales al río que lo realizan con tuberías PVC y donde las aguas remojan el talud, así como las excavaciones que se realiza en la parte superior del talud para hacer cimientos, e instalación de redes, y otros como las vibraciones que se producen por el tránsito permanente de vehículos de diferente carga.

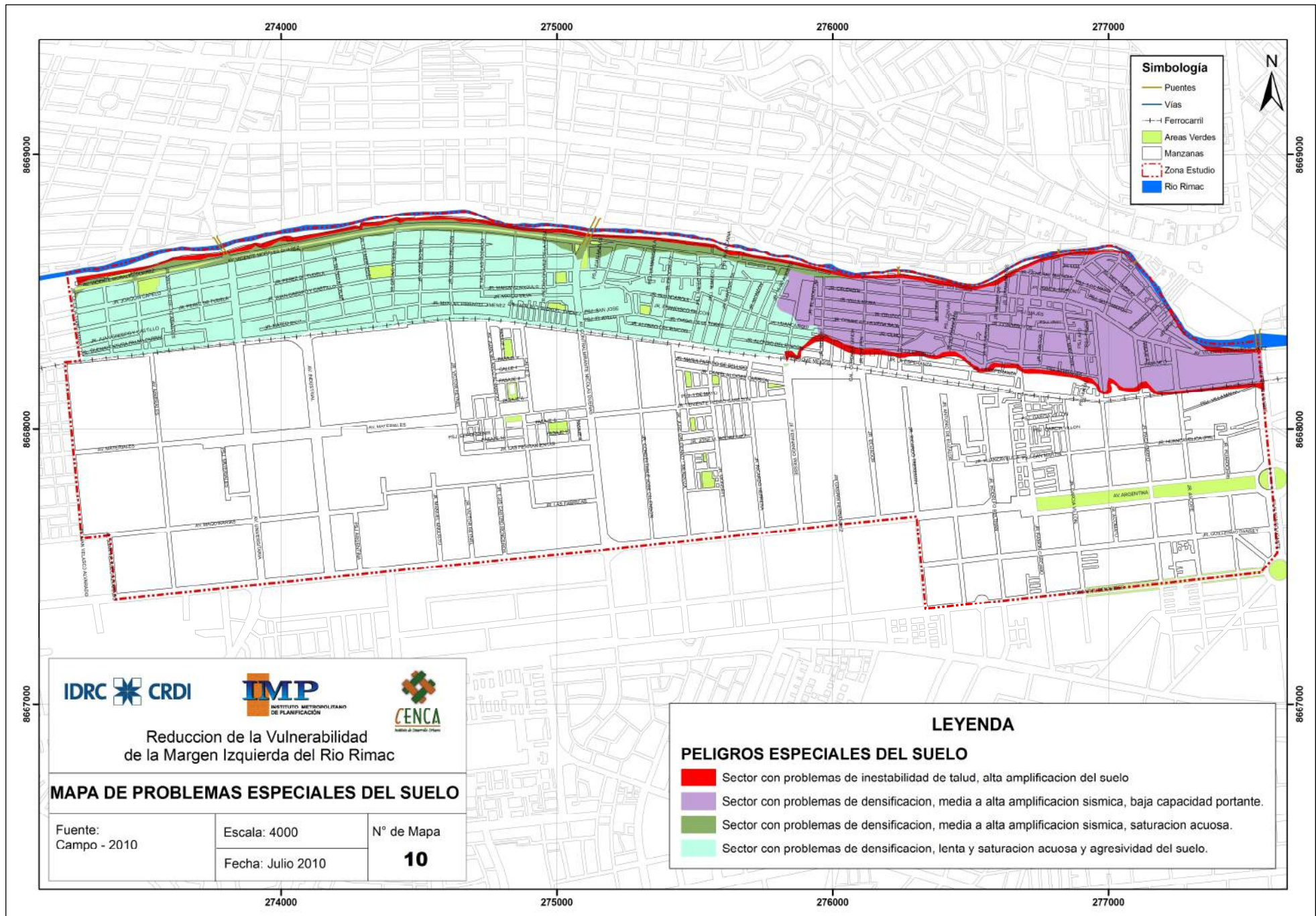
Estos movimientos de masa de tierra afectan la parte superior del talud donde se encuentra las viviendas, las cuales se encuentran afectadas y están sostenidas con puntales de madera para mantener las viviendas.

5.2.2.d Evaluación del Peligro geotécnico

Comprende los problemas de los suelos en ingeniería, que están relacionado con las propiedades del suelo, que define las bondades y limitaciones del suelo para el emplazamiento de alguna infraestructura civil.

En la MIRR está presente hasta dos tipos de suelo de origen aluvial y antropogénico, estos tipos de suelo definen las bondades del suelo para el proceso constructivo. Los

peligros geotécnicos están considerados como los problemas planteados por los suelos en ingeniería como la capacidad Portante, Amplificación sísmica, Aceleración sísmica, la Densificación del suelo y Humedecimiento del suelo, que se representa en el Mapa de problemas especiales del suelo de la MIRR.



a. Capacidad Portante

Los suelos en los sectores occidentales de la MIRR, son de origen aluvial y presentan Capacidades Portantes que se puede agrupar de 2.5-3.0 kg/cm² y 3.0-4.0 Kg /cm² y de 4.0 – 4.5 Kg/cm², cuyos valores califican a un suelo de buena calidad, y pueden definir a un suelo para uso residencial, mientras los suelo de relleno (depósito antropogénico) que se presentan en los sectores I, IV y IX, son considerados no recomendable para uso urbano pues están asociados a los problemas especiales del suelo como la densificación, amplificación sísmica del suelo.

b. Amplificación sísmica

La distribución de los valores del factor de amplificaciones sísmica se encuentra en 1.0 relacionados a suelos gruesos (depósito aluvial), mientras valores superiores a 1.4 pueden relacionarse a suelos especiales (depósito antropogénico), que se distribuyen en los sectores críticos I, IV y IX.

c. Aceleración sísmica

Para un movimiento sísmico similar al ocurrido el 03 de Octubre de 1974 con una magnitud de 8° Mw, se ha estimado que el nivel máximo de la aceleración para el suelo de Lima Metropolitana puede alcanzar valores que se encuentran en el rango de 0.18 a 0.33g y un valor de 0.7g en La Punta.

La aceleración máxima del suelo en un punto más cercano al área de estudio (MIRR), es 0.27g, la cual es consistente con los datos observados obtenidos durante el 3 de Octubre de 1973 (8.1 Mw). Mientras dicha aceleración puede alcanzar valores altos en suelos de relleno.

d. Densificación del suelo

El problema ocurre cuando en el suelo ocurre el reacomodo de los constituyentes y se reducen los espacios vacíos, ello debido a un movimiento del suelo, al arrastre de partículas sólidas del agua, la baja compactación del suelo y en otros cuando al suelo se le somete a una carga mayor de su capacidad de soporte. Dicho proceso produce un movimiento diferencial del suelo con la manifestación de asentamiento del suelo.

En la MIRR, el problema de la densificación de los suelos se presentan en los depósitos antropogénicos que se distribuyen en el sector crítico I, II, IV y IX, donde el suelo consiste en material de relleno, en otros casos cuando el suelo presenta cortes naturales o de relleno como los taludes que limitan el área de estudio. Los suelos con estos tipos de problemas han sido ocupado por poblaciones en proceso de consolidación, como los AA:HH: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo, tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez, Conde De La Vega Alta, José Gálvez Barrenechea Conde De La Vega Baja, Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro.

e. Humedecimiento del suelo

Es un problema especial del suelo, donde el agua se comporta como el agente externo que aprovecha los espacios vacíos del suelo para ocuparlo y/o continuar el movimiento a través del suelo. En este proceso el agua el agua puede ser retenida por las arcillas que contiene el suelo, y en otros arrastra los materiales finos o sueltos del suelo e inclusive puede disolver las sales y sulfatos que se encuentra en la constitución del suelo. En estas condiciones, se altera las propiedades dinámicas y ocasiona cambios en las características físicas del suelo.

En la MIRR, el suelo de origen aluvial consiste de gravas con limo y arcillas, cuyas propiedades del suelo son de buena calidad. El agua que procede de la actividad del hombre como el manejo deficiente de las aguas de regadío (jardines y parques), la ocupación de suelo donde falta servicio básico, donde existe mala instalación y ruptura de las redes de alcantarillado, en estas condiciones el suelo es permanentemente

comparación entre los peligros naturales asignando los valores relativos según la importancia. De esta manera se construye la matriz de nivel de peligros naturales para los sectores críticos en la MIRR que se presenta en el Cuadro N° 5.2-4 y en el Mapa de Peligros Naturales.

Cuadro N° 5.2-4 Matriz de Nivel de Peligros Naturales para los Sectores Críticos en la MIRR

SECTORES CRÍTICOS	PROCESO EXTERNO																	PUNTAJE TOTAL	COEFICIENTE DE COMPARACIÓN	NIVEL DE PELIGRO	
	PROCESO INTERNO	PELIGRO GEOLOGICO CLIMATICO			PELIGRO HIDROLOGICO							PELIGRO GEOTECNICO									
	GEOLOGICO	GRAVITACIONAL		INUNDACIÓN			EROSION HIDRICA				PROBLEMAS PRINCIPALES POR LAS PROPIEDADES DEL SUELO										
	SISMICIDAD	DERRUMBES	DESPLAZAMIENTOS	INUNDACION POR AGUAS PLUVIALES	INUNDACION POR AGUAS DE REGADIO	INUNDACION POR AGUAS RESIDUALES	EROSION DE RIBERA	EROSION DE SUELO POR AGUAS	EROSION DE SUELO POR AGUAS DE	EROSION DE SUELO POR AGUAS RESIDUALES	FLUJO DE LODO	DENSIFICACION DE SUELO	CAPACIDAD PORTANTE	SATURACION ACUOSA	ACELERACION SISMICA	AMPLIFICACION SISMICA	INESTABILIDAD DE TALUD				
I	AA, HH: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo y conde de la Vega Alta.	8	1/8	1/8	2	2	2	1/8	6	6	6	1/8	8	8	2	6	6	1/8	62.63	0.08	
II	AA,HH: Conde de la Vega Baja y parcialmente Conde de la Vega Alta.	6	1/8	1/8	6	2	2	1/8	2	2	2	1/8	6	6	4	6	6	1/8	50.63	0.07	
III	AA,HH: La Flor, Acomayo, Casenelli, García Villón, Marginal permanente de Pobladores Ramón Cárcamo, Prolongación Huancavelica, César Vallejo y la Federación Nacional de Trabajadores Ferroviarios	4	1/8	1/8	6	6	2	1/8	4	4	1	1/8	1/6	1/2	1/2	1	1	1/8	30.79	0.04	
IV	AA, HH. Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro	8	1/8	1/8	6	2	4	1/8	4	4	4	1/8	8	8	2	4	4	1/8	58.63	0.08	
V	Tramo: Pte. Ejército-Prolongación El Montón	8	6	6	1/8	1/8	1/8	8	4	4	4	4	1/6	4	1/8	4	4	6	62.67	0.08	
VI	Tramo: prolongación El Montón-Pte. Dueñas	6	6	6	1/8	1/8	1/8	6	4	4	4	4	1/8	6	1/8	6	6	6	64.63	0.08	
VII	Aguas abajo del Pte. Dueñas	6	4	4	1/8	1/8	1/8	6	6	6	4	4	1/8	6	1/8	4	4	4	58.63	0.08	
VIII	Zona Industrial, AA, HH: 1 de Octubre el Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre-Palermo, Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de Enero	4	1/8	1/8	6	2	1/4	1/8	2	2	1/4	1/8	1/6	1/4	1/2	1	1	1/8	20.04	0.03	
IX	AA, HH: Villa María del Perpetuo Socorro.	8	8	1/4	1/4	1	1	1/8	6	2	1	1/8	8	8	2	6	6	4	61.75	0.08	
X	AA, HH: Barrio obrero 2 de Mayo	8	1/8	1/8	4	4	2	1/8	6	6	6	1/8	8	6	2	6	6	1/8	64.63	0.08	
XI	Junta Vecinal: Comunal de Santa Rosa de Mirones Alto (Juves Roma), y parcialmente los AA, HH. Nueva Ciudad de Luz y de Mirones Alto-JUVEMA	6	1/8	1/8	8	8	6	1/8	4	4	4	1/8	1	1	6	1	1	1/6	50.67	0.07	
XII	Junta Vecinal: parcialmente Mirones Alto-JUVEMA y Comunal de Mirones Bajo (JUVECO)	6	1/8	1/8	8	8	4	1/8	4	4	2	1/8	1	1	6	1	1	1/6	46.67	0.06	
XIII	Zona Industrial, Junta Vecinal: Comunal de Mirones Bajo (JUVECO) y Mirones Alto-JUVEMA, la Asociación de Pobladores: Ricardo Palma, Urb. San Fernando, la Coop. de Vivienda: El Ayllu, los AA,HH. César Vallejo Mirones Bajo, Los Angeles y El Planeta	6	1/8	1/8	4	4	4	1/8	4	4	4	1/8	1	1	2	1	1	1/8	36.63	0.05	
XIV	AA, HH. 9 de Octubre Segunda etapa	6	1/8	1/8	4	4	4	1/8	6	6	6	1/8	1	2	4	4	4	1/8	51.63	0.07	
XV	AA, HH. Tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez y 9 de Octubre Primera etapa	8	1/8	1/8	4	4	4	1/8	6	6	6	1/8	1	2	4	4	4	1/8	53.63	0.07	

PREPARADO: T. ALLENDE CC. Peligros Naturales en la MIRR. JUNIO 2010

NIVEL DE PELIGROS NATURALES

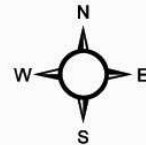
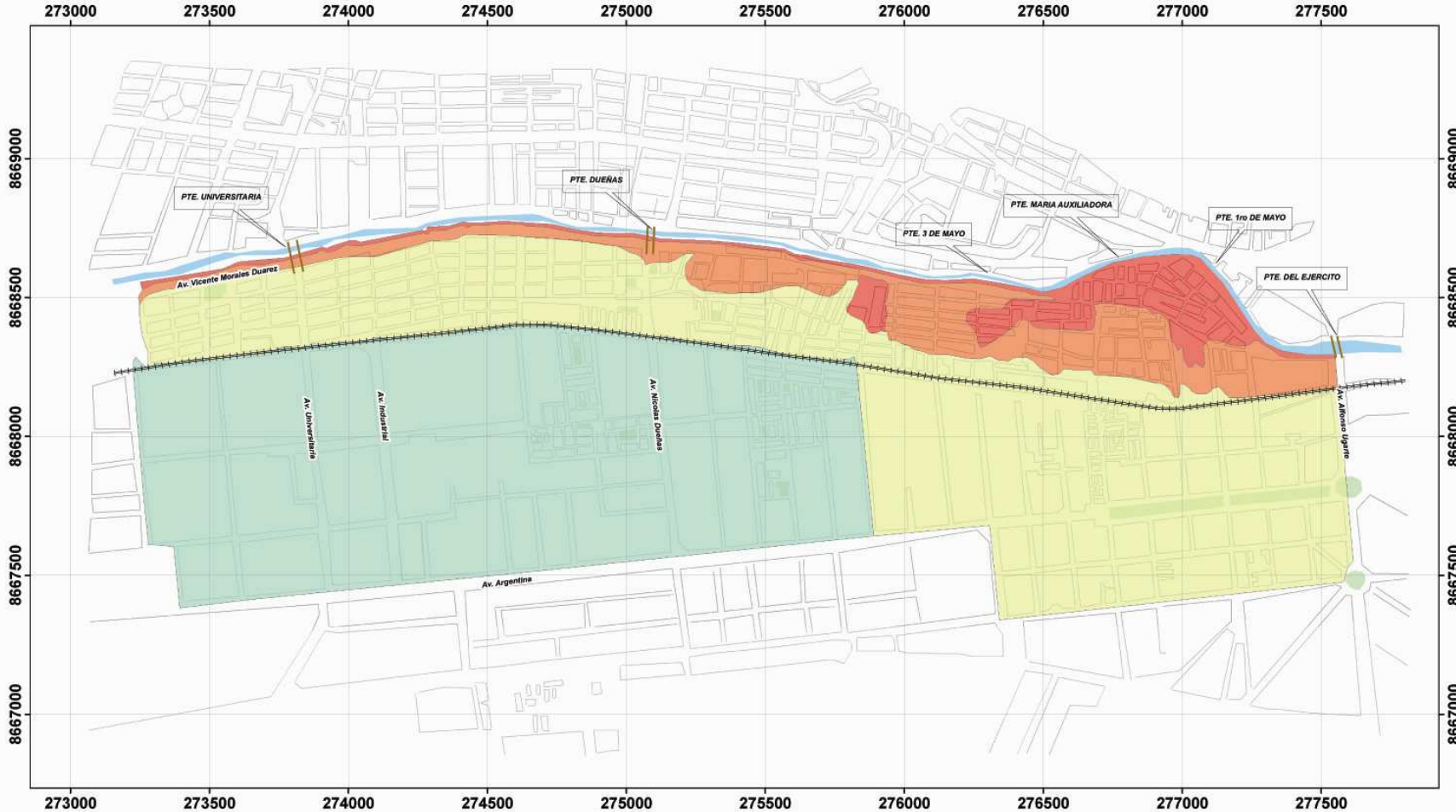
MUY ALTO : 0.071 - 0.08

ALTO : 0.061 - 0.07

MEDIO : 0.05 - 0.06

BAJO : 0.04 - 0.03

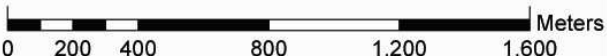
Con los valores del coeficiente de importancia relativa del Cuadro N° 5.2-4, se hace una reagrupación en una partición de cuatro grupos de valores (0.071 – 0.08, 0.061 – 0.07, 0.05 – 0.06 y 0.04-0.03) según los niveles de peligro (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo), que se presenta en el Cuadro N° 5.2-5:



LEYENDA

- | | |
|--------------|----------|
| AREAS VERDES | Muy alto |
| RIO RIMAC | Alto |
| MANZANAS | Medio |
| FERROCARRIL | Bajo |

NIVEL DE PELIGROS



REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO RIMAC			
SINTESIS DE PELIGROS NATURALES			
Fuente: IMP	Escala: 10 000	N° de Mapa 4	
	Fecha: Julio 2010		

Cuadro N° 5.2-5 Síntesis de los Niveles de Peligros Naturales en la MIRR

Nivel de Peligros		Sectores críticos	Características
Categoría	Criterio		
Muy alto	0.071 - 0.08	AA. HH: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo y Conde de la Vega Alta (I), AA. HH. Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro (IV), Tramo: Pte. Ejército-Prolongación El Montón (V), AA. HH: Barrio obrero 2 de Mayo (X), Aguas abajo del Pte. Dueñas (VII), Tramo: prolongación El Montón-Pte. Dueñas (VI), AA. HH: Villa María del Perpetuo Socorro. (IX)	Zona de terraza aluvial con alta amplificación sísmica, con problemas de dinámica de suelos: baja capacidad portante y densificación de suelo, con problemas de inundación por aguas residuales y erosión de suelo por aguas residuales y pluviales. También comprende los taludes recto y concavo convexo con problemas de inestabilidad, cuyas condiciones acentúan la remoción de masa de tierra, erosión de ribera y suelo y los problemas de dinámica de suelos.
Alto	0.061 - 0.07	AA.HH: Conde de la Vega Baja y parcialmente Conde de la Vega Alta (II), Junta Vecinal: Comunal de Santa Rosa de Mirones Alto (Juve Roma), y parcialmente los AA. HH. Nueva Ciudad de Luz y de Mirones Alto-JUVEMA (XI), AA. HH. 9 de Octubre Segunda etapa (XIV), AA. HH. Tres de Mayo Comité N° 01, Vicente Morales Duarez y 9 de Octubre Primera etapa (XV)	Zona de terraza aluvial de media a alta amplificación sísmica, con problemas de dinámica de suelos: baja a mediana capacidad portante y densificación de suelo, con problemas de inundación y erosión de suelo por aguas residuales, pluviales y de regadío.
Medio	0.05 - 0.06	AA.HH: La Flor, Acomayo, Casenelli, García Villón, Marginal permanente de Pobladores Ramón Cárcamo, Prolongación Huancavelica, César Vallejo y la Federación Nacional de Trabajadores Ferroviarios (III), Junta Vecinal: parcialmente Mirones Alto-JUVEMA y Comunal de Mirones Bajo (JUVECO) (XII), Zona Industrial, Junta Vecinal: Comunal de Mirones Bajo (JUVECO) y Mirones Alto-JUVEMA, la Asociación de Pobladores: Ricardo Palma. Urb. San Fernando, la Coop. de Vivienda: El Ayllu, los AA.HH. César Vallejo Mirones Bajo, Los Angeles y El Planeta (XIII).	Zona de terraza aluvial, con problemas de inundación y erosión de suelo por las aafguas pluviales y de regadío.
Bajo	0.03 - 0.04	Zona Industrial, AA. HH: 1 de Octubre el Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre-Palermo, Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de Enero (VIII).	Zona de terraza aluvial, con problemas de erosión de suelo por aguas pluviales y de regadío

PREPARADO: T. ALLENDE CC. Peligros Naturales en la MIRR. JUNIO 2010

Peligro Muy Alto

Zona de terraza aluvial con alta amplificación sísmica, con problemas de dinámica de suelos: baja capacidad portante y densificación de suelo, con problemas de inundación por aguas residuales y erosión de suelo por aguas residuales y pluviales.

Los peligros naturales impactan las calles y viviendas del AAHH Barrio Obrero 1 y 2 de Mayo, Chabuca Granda y Villa María del Perpetuo Socorro y El Montón. También comprende el talud recto y talud cóncavo convexo con problemas de inestabilidad, y cuyas condiciones acentúan la remoción de masa de tierra, erosión de ribera y suelo y los problemas de dinámica de suelos.

Peligro Alto

Zona de terraza aluvial de media a alta amplificación sísmica, con problemas de dinámica de suelos: baja a mediana capacidad portante y densificación de suelo, con problemas de inundación y erosión de suelo por aguas residuales, pluviales y de regadío.

Los peligros naturales impactan las calles y viviendas de los AA: HH. Conde de la Vega Baja, Comunal Sata Rosa de Mirones Alto, 9 de Octubre, Tres de Mayo Comité N° 01 Nueva Ciudad de Luz.

Peligro Medio

Zona de terraza aluvial con problemas de inundación y erosión de suelo por las aguas pluviales y de regadío.

Los peligros naturales impactan las calles y viviendas del AA.HH: La Flor, Acomayo, Casenelli, García Villón, Marginal permanente de Pobladores Ramón Cárcamo, Prolongación Huancavelica, César Vallejo y la Federación Nacional de Trabajadores Ferroviarios, y Zona Industrial, Junta Vecinal: Comunal de Mirones Bajo (JUVECO) y Mirones Alto-JUVEMA, la Asociación de Pobladores: Ricardo Palma. Urb. San

Fernando, la Coop. de Vivienda: El Ayllu, los AA.HH. César Vallejo Mirones Bajo, Los Ángeles y El Planeta

Peligro Bajo

Zona de terraza aluvial, con algunos problemas de erosión de suelo por aguas pluviales y de regadío sobre todo en los relieves de pendiente pronunciada.

Los peligros naturales impactan las calles y viviendas de la Zona Industrial, AA. HH: 1 de Octubre el Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre-Palermo, Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de Enero.

CAPITULO VI MEDIDAS DE MITIGACION ANTE EFECTOS DE LOS PELIGROS NATURALES

En el presente capítulo se exponen las medidas de mitigación ante los efectos de los peligros naturales (geológico, geológico-climático, hidrológico y geotécnico), las cuales comprenden pautas técnicas y fichas de proyectos. Para la elaboración de las pautas técnicas se ha considerado las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), y para las fichas correspondientes, se ha tomado en consideración el impacto, el número de beneficiarios, la prioridad, el costo y la urgencia de las obras necesarias.

6.1. Identificación de Áreas seguras para el Crecimiento y Desarrollo Urbano de la MIRR

Según los resultados obtenidos, se han identificado para el área de estudio las zonas seguras para su habitabilidad; que corresponde a las zonas de menor nivel de peligro natural y que se ubica en el Sector VIII, el cual se encuentra en la terraza aluvial antigua, ocupada por el sector urbano reconocida con Zona Industrial.

Los sectores seguros pero con algunos problemas de tipo hidrológico, y con posibilidad física de intensificar el uso de suelo con interés urbano, se ubica al Este (Sector III) y al Norte de la MIRR (Sector XIII), donde se encuentra la terraza aluvial antigua y terraza aluvial t1, ocupadas por los sectores urbanos reconocidos como Zona Mixta (Comercial e Industrial) y las Zonas Residenciales 3, 2 y 1.

Los sectores menos seguros con problemas de tipo hidrológico y geotécnico, y con ciertas limitaciones técnicas del territorio para el uso del suelo con interés urbano, se ubica al Norte de la MIRR (Sector II, IV, IX, XII, XIV y XV), donde se encuentra la terraza aluvial antigua, los relieves bajos y altos, los cuales están ocupadas por los sectores urbanos reconocidos como: Zonas Residenciales 2 y 3, y el extremo de la Zona Mixta.

Los sectores no seguros con problemas geológicos, hidrológicos y geotécnicos, y con limitaciones técnicas para uso de suelo con interés urbano, y con acentuados problemas de asentamiento de suelo que están afectando la infraestructura física de las viviendas. Estos sectores se ubican al Noroeste de la MIRR (Sector I y II), en la terraza aluvial antigua y con relieves altos, los cuales están ocupadas por los sectores urbanos reconocidos como Zona Residencial 1.

6.2. Pautas técnicas

El presente documento contiene aspectos técnicos para lograr resultados efectivos de mitigación de peligros naturales para el logro de un territorio con una seguridad física sostenida, para lo cual se recomienda las siguientes pautas técnicas tanto para habilitaciones como para edificaciones, las mismas que combinan acciones a implementar en el Plan Urbano de la MIRR, y/o para ser ejecutadas mediante proyectos de desarrollo urbano.

6.2.1. Pautas técnicas de Habilitación Urbana

Comprenden las siguientes acciones:

- a. Tomar acciones para prohibir la habitabilidad en las áreas calificadas como de Peligro Muy Alto y restringir la habitabilidad de las calificadas como de Peligro Alto. Asimismo, se recomienda realizar acciones para propiciar el cambio de uso del suelo como de Tratamiento Especial.
- b. Impedir el desarrollo de grupos habitacionales en áreas calificadas como de Peligro Alto, no autorizando ni permitiendo la ejecución de obras de construcciones nuevas ni la ampliación de las existentes.

- c. No ubicar locales de servicio público en áreas de Peligro Alto, principalmente aquellos necesarios para la atención de casos de emergencia o de seguridad de la población en general.
- d. Llevar a cabo programas de ordenamiento o renovación urbana en los sectores ubicados en los sectores I y II y aquellos que tienen como límite el talud inestable, reubicando las viviendas que se encuentran en peligro de desplomarse por efecto de sismos o por derrumbes.
- e. En el sector calificado como Peligro Bajo que presenta una forma de relieve plano ligeramente inclinada hacia el Oeste que facilitaría el escurrimiento de aguas produciendo la erosión de suelo en las áreas urbanas y de expansión urbana en casos de precipitaciones extraordinarias, en lo posible, se deben realizar acciones para que las calles y avenidas principales se alineen en la dirección de la posible ruta y la capacidad del cauce natural original para posibilitar un flujo natural en armonía con el ecosistema. Dichas acciones consistirían en obras de drenaje pluvial que eviten la inundación de las áreas aledañas y la infiltración de la napa freática.
- f. Los elementos sensibles como las líneas vitales (plantas de tratamiento de agua potable, estaciones de bombeo, reservorios, sub-estaciones de electricidad, etc.) deben ubicarse en zonas de bajo peligro, ya que su funcionamiento debe estar garantizado ante la ocurrencia de algún fenómeno natural.
- g. Además de las áreas calificadas como zonas de peligro Muy Alto y Alto, se deberá considerar una franja de seguridad no menor de 50m en las cercanías del talud, reservándolas como Zonas Bajo Reglamentación Especial (ZRE), no utilizables para otros fines que no sean de arborización y/o reforestación.
- h. Realizar una evaluación geotécnica detallada de los suelos en la MIRR, considerando la zona con condiciones para ser consideradas de expansión urbana. Este estudio evaluativo en base calicatas y resultados de laboratorio de mecánica de suelos, permitirá conocer los tipos de suelos, sus capacidades portantes, zonificación de peligros de suelos, salinidad y otros; convirtiéndose en documento importante para la recomendación del sistema constructivos de nuevas edificaciones.

6.2.2. Pautas técnicas de Habilitaciones nuevas

- a. Las nuevas habilitaciones urbanas deberán ubicarse en las áreas de expansión urbana previstas y que representan las áreas más seguras respecto a los peligros naturales considerando la seguridad física de la MIRR. El área de expansión urbana se encuentra en el Sector VIII.
- b. Reglamentar y controlar la ubicación de nuevas habilitaciones en el área de protección tales como: los relieves elevados, y en los bordes del talud, cursos de aguas naturales, acequias, canales, drenes, rellenos, etc.; sobre las cuales queda terminante prohibido la construcción de edificaciones para fines urbanos.
- c. Las nuevas habilitaciones urbanas y obras de ingeniería deberán tomar en cuenta las zonas donde se ubican los depósitos antropogénicos, áreas inundables; de manera que sobre estas áreas donde no se desarrolle ninguna edificación para fines urbanos o se tome en cuenta los estudios, proyectos y medidas de mitigación requerida.
- d. No se permitirá en los sectores calificados de Peligro Muy Alto el uso del suelo para habilitación urbana, quedando exceptuado dentro de esta calificación, tan sólo el uso recreativo

- e. No se permitirá la ubicación de los aportes reglamentarios, sobre sectores afectados por inundaciones y erosión de suelo intensa; en tanto no se implemente el sistema de drenaje integral en los sectores de relieves bajos y altos de la MIRR.
- f. Los sectores de Peligros Muy Altos considerados no aptos para fines urbanos deberán ser destinadas a uso recreacional, paisajístico, u otros usos aparentes, que no requieran de altos montos de inversión para su habilitación.
- g. Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características geotécnicas de los suelos de la MIRR; poniendo especial interés a la ocurrencia de sismos.
- h. En las habilitaciones nuevas se recomienda que la longitud de las manzanas no exceda los 100 m. para lograr una mejor accesibilidad vial.
- i. Los aportes para recreación pública, deben estar debidamente ubicados y distribuidos, de manera tal que permitan un uso funcional y sirvan como área de refugio en caso de producirse un desastre.
- j. El diseño de las vías debe contemplar la arborización y las bermas laterales para interceptar el asoleamiento.

6.2.3. Pautas Técnicas de Edificaciones

Se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la MIRR, con la finalidad que las construcciones estén preparadas para afrontar la eventualidad de un sismo y la incidencia de periodos extraordinarios de lluvias y sus consecuencias, reduciendo así su grado de vulnerabilidad.

- a. Previamente a las labores de excavación de cimientos, deberá ser eliminado todo el material de desmonte que pudiera encontrarse en el área en donde se va a construir la edificación.
- b. No debe cimentarse nunca sobre suelos orgánicos, suelos susceptibles a cambios de volumen, suelos aluviales sueltos, desmonte o relleno sanitario. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y reemplazados con material de relleno seleccionado (GM y GC preferentemente), controlados y de ingeniería. Esta pauta debe aplicarse con especial énfasis en el área de expansión urbanística probable ubicada en el sector VIII.
- c. La profundidad mínima de cimentación recomendada para edificaciones convencionales en la MIRR y sus áreas de expansión es igual a 1.5 m.; no aceptándose valores menores.
- d. La cimentación de las edificaciones debe ser diseñada de modo que la presión de contacto o actuante para la condición más crítica de servicio (con ocurrencia de sismo), sea inferior o cuando menos igual a la capacidad portante del terreno. En términos generales los valores conservadores de capacidad portante propuestos para el diseño de la cimentación en la MIRR, es el siguiente:

SECTOR CRITICO	UBICACIÓN	TIPO DE CIMENTACION	ANCHO DE ZAPATA B (m)	PROFUNDIDAD Df (m)	q kg/cm2	q adm (kg/cm2)
XII	C.E.N 1150 ABRAHAM ZEA CARRION	Cuadrada	1.00	1.0	8.02	2.67
		Corrida	0.80		6.24	2.08
I	C.E.N. 1153 CANADA	Cuadrada	1.00	2.0	18.71	6.24
		Corrida	0.80		13.00	4.23
III	C.E.N JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION	Cuadrada	1.00	1.0	8.02	2.67
		Corrida	0.80		6.24	2.08
III	C.E.N 1163 JOSE MARIA ARGUEDAS	Cuadrada	1.00	1.3	9.88	3.29
		Corrida	0.80		7.39	2.46
VIII	I.E. JUAN PABLO VIZCARDY Y GUZMAN	Cuadrada	1.00	2.0	16.29	5.43
		Corrida	0.80		11.43	3.81
II	I.E. 101 LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	Cuadrada	1.00	1.3	11.33	3.78
		Corrida	0.80		8.41	2.80
VIII	I.E. 0095 MARIA AUXILIADORA	Cuadrada	1.00	1.0	10.59	3.53
		Corrida	0.80		8.14	2.71
II	I.E. 1156 JOSE SEBASTIAN BARRANCA	Cuadrada	1.00	1.0	8.02	2.67
		Corrida	0.80		6.24	2.08
XIII	I.E.P. 1161 TUPAC AMARU	Cuadrada	1.00	1.0	10.59	3.53
		Corrida	0.80		8.14	2.71
XII	Av. JUAN CRESPO Y CASTILLO N°2341	Cuadrada	1.00	1.2	9.26	3.09
		Corrida	0.80		7.01	2.34

- e. Para las construcciones proyectadas en la MIRR en el sector de peligro bajo, de un piso, la cimentación podrá usar cemento Portland de tipo I y serán de tipo superficial de acuerdo a los valores de Capacidad Portante del terreno, pero en aquellos suelos donde el contenido de sales es medio se recomienda el uso de cemento Portland II.
- f. Los techos de las edificaciones deberán estar preparados para el drenaje de aguas pluviales, pudiendo ser inclinados o planos, con tuberías de drenaje que conduzcan mediante canaletas laterales aguas hacia áreas libres.
- g. El diseño de las edificaciones debe responder a las condiciones climatológicas y deben estar dirigidas contrarrestar el asoleamiento y favorecer la ventilación y circulación interna para ayudar a los distintos tipos de evacuación.
- h. Las edificaciones destinadas a las concentraciones de gran número de personas se les deben exigir un Estudio de Mecánica de Suelos y un diseño específico que cumpla con las normas de seguridad física y garantice su uso como área de refugio (hospitales, escuelas, oficinas administrativas, hoteles, restaurantes, salas de baile, almacenes comerciales, edificios industriales, etc.).
- i. Los edificios destinados para concentraciones de un gran número de personas, deberán considerar libre acceso desde todos sus lados, así como salidas y rutas de evacuación dentro u alrededor del edificio.
- j. Para que las construcciones sean más resistentes ante desastres naturales, el Dr. R. Spence, de la Universidad de Cambridge, recomienda incluir refuerzos laterales: el edificio debe diseñarse para que las paredes, los techos y los pisos se ayuden mutuamente. Una pared debe actuar como refuerzo para otra. El techo y los pisos deberán usarse para dar rigidez horizontal adicional. Deben evitarse las ventanas y las puertas cerca de las esquinas.
- k. Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.
- l. Se debe considerar en sistema de evacuación de las aguas en los sectores que presentan un relieve bajo como en los sectores XI y XII.

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Estudio de Peligros Naturales en la Margen Izquierda del río Rímac (MIRR) nos permite llegar a las conclusiones y emitir las recomendaciones que seguidamente se señalan:

1. **El presente Estudio no debe sustituir estudios detallados e investigaciones específicas en la MIRR.**
2. En la zona urbana del MIRR se encuentra asentada en los depósitos aluviales del cuaternario antiguo, constituido por gravas, arenas, limos y arcillas donde las partículas finas se presentan como materiales cementantes. La parte superior del suelo está sometido a modificaciones por agentes naturales y del hombre.
3. La configuración física de la MIRR es el resultado de los procesos hídrico, complejos: hídrico y gravitatorio y antrópico, donde los relieves más representativos son el talud que limita en cauce del río Rímac, las terrazas aluviales y las depresiones, todos desarrollados en los depósitos aluviales, mientras los depósitos antropogénicos han conformado la colina.
4. Lima Metropolitana se encuentra una zona de alta sismicidad relacionada a la colisión de la Placa de Nazca y Sudamericana, y donde epicentros se han ubicado al Oeste de la ciudad. De igual manera los sismos que ocurrió en 1974 con una magnitud MS 8.0 y una intensidad VII-VIII MM, es considerado el de mayor magnitud en los últimos años, donde en la zona de la MIRR la intensidad alcanzó el valor de VIII, el cual se acentúo por la calidad y construcción de las viviendas y el comportamiento del suelo.
5. En la cuenca seca del río Rímac, para un período de 30 años de (1970-2000) las precipitaciones pluviales anuales no han sobrepasado los 26.79mm y en época lluviosa las precipitaciones apenas han llegado a 1.72 mm/anuales, lo cual es considerado como de baja pluviosidad, y probablemente no ha tenido influencia en el volumen del río Rímac.
6. En la MIRR se presente un suelo grueso, lo cual se diferencia por las propiedades físicas mecánicas: un suelo de relleno representado por los depósitos antropogénicos, y un suelo de grava mal graduada (GP-GP). constituidos por los depósitos aluviales.
7. El suelo de relleno presenta problemas de propiedades del suelo como la densificación y donde tiene una alta amplificación sísmica. Mientras en el suelo GP-GW presenta una amplificación sísmica baja a media.
8. En la MIRR se presenta dos tipos de suelo que se distribuye al Noreste y consiste en un suelo de relleno (depósito antropogénico) y el suelo GP-GM (depósito aluvial) de grava mal graduada.
9. **El nivel de detalle del mapa de peligros múltiples es igual al de los peligros individuales con los que fue compilado, con los datos disponibles que se describen in extenso en los ítems correspondientes.**
10. Los mapas de peligros múltiples son una herramienta importante en el proceso de la planificación para el desarrollo urbano, en tal sentido, es necesario que la institución responsable en el desarrollo urbano considere todos los peligros naturales señalados en el presente Estudio en sus planes de crecimiento urbano.

11. Es recomendable que la institución responsable tome, dentro del marco técnico y legal correspondiente, las medidas necesarias para la salvaguardar las vidas, daños a las propiedades y alteración de las actividades económicas en las zonas consideradas en peligro muy alto que actualmente se encuentren habitadas.
12. Por la naturaleza del material y forma del relieve los peligros naturales han logrado la modificación actual del relieve. Dentro de los primeros están el peligro geotécnico, entre los segundos el peligro hidrológico, seguidamente el peligro geológico y el peligro geológico climático.
13. De acuerdo a la clasificación SUCS, los suelos en la MIRR están conformado con una capa de relleno no controlado de espesor variable de 0.00 m. hasta 2.00m. de profundidad que consiste de grava con arena o limosa arenoso con grava, contaminado hasta 35% con casquillo de concreto, ladrillo, etc. Húmeda y compacidad suelta, este suelo alcanza una profundidad mayor a 1,5m. en el sector crítico I, IV y IX. Continua de 2.00 a 3.00 m. de profundidad de grava mal gradada (GP), húmeda y compacidad densa, cuya profundidad llega hasta 0.80 m. hacia el Oeste de la MIRR en los sectores críticos VIII y XIII.
14. Los suelos en los sectores occidentales de la MIRR, son de origen aluvial y presentan Capacidades Portantes que se puede agrupar de 2.5-3.0 kg/cm² y 3.0-4.0 Kg /cm² y de 4.0 – 4.5 Kg/cm², cuyos valores califican a un suelo de buena calidad, y pueden definir a un suelo para uso residencial. Este suelo, corresponde a un suelo gravoso y considerado como estrato de cimentación superficial a una profundidad de desplante mínimo de 1.00m tiene una capacidad de soporte mayor de 2.00 kg/cm².
15. Mientras los suelo de relleno (depósito antropogénico) que se presentan en los sectores I, IV y IX, son considerados no recomendable para uso urbano pues están asociados a los problemas especiales del suelo como la densificación, amplificación sísmica del suelo.
16. En la MIRR el peligro natural más importante es el peligro geotécnico como densificación, amplificación sísmica, humedecimiento del suelo, la inestabilidad del talud y la agresividad del suelo los cuales afectan los cimientos de las viviendas, otro es el peligro hidrológico como la inundación y erosión de suelo y que impactan las viviendas ubicadas en los relieves bajos y en aquellos sectores que carecen un adecuado sistema de evacuación de aguas pluviales. Continúa el peligro geológico como la sismicidad y se convierte en un elemento que activa otros como la densificación del suelo y los peligros geológico climático, entre los cuales están derrumbes y deslizamientos que tienden a modificar la forma del talud y en algunos casos recorta la extensión del relieve afectando la infraestructura como las vías y viviendas.
17. Para un uso eficiente de los resultados del presente Estudio, es necesario realizar talleres para afianzar los conocimientos técnicos en el área de gestión y mitigación de desastres dirigidos al cuerpo técnico de la Municipalidad e instituciones involucradas en este tipo de tarea.
18. Asimismo, se debe realizar charlas inductivas al grupo que por su jerarquía tiene mayor capacidad de decisión en la gestión y mitigación de desastres.
19. Del análisis de los sectores críticos en relación a los Peligros naturales se puede concluir lo siguiente:

Nivel de Peligros	Sectores Críticos
Muy alto	AA. HH: Barrio Obrero 1 de Mayo, Barrio Obrero 2 de Mayo y Conde de la Vega Alta (I), AA. HH. Chabuca Grande y Villa María del Perpetuo Socorro (IV), Tramo: Pte. Ejército-Prolongación El Montón (V), AA. HH: Barrio obrero 2 de Mayo (X), Aguas abajo del Pt
Alto	AA.HH: Conde de la Vega Baja y parcialmente Conde de la Vega Alta (II), Junta Vecinal: Comunal de Santa Rosa de Mirones Alto (Juves Roma), y parcialmente los AA. HH. Nueva Ciudad de Luz y de Mirones Alto-JUVEMA (XI), AA. HH. 9 de Octubre Segunda etapa (
Medio	AA.HH: La Flor, Acomayo, Casenelli, García Villón, Marginal permanente de Pobladores Ramón Cárcamo, Prolongación Huancavelica, César Vallejo y la Federación Nacional de Trabajadores Ferroviarios (III), Junta Vecinal: parcialmente Mirones Alto-JUVEMA y Co
Bajo	Zona Industrial, AA. HH: 1 de Octubre el Rescate, Parque Unión, Primero de Setiembre-Palermo, Señor de los Milagros, Palermo II y 4 de Enero (VIII).

CAPITULO VIII BIBLIOGRAFIA

- [1] Casaverde M., L. Zonificación Sísmica del Perú. II Seminario Latinoamericano de Ingeniería sísmica. Lima 1980.
- [2] Castillo A., J. Peligro Sísmico en el Perú. Tesis. UNI
- [3] Palacios, O. Caldas J., Vela Ch. Lima, Lurín Chancay y Chosica. Serie A N°43. INGEMMET. Lima 1992.
- [4] [6] Silgado E. Historia de los sismos más notables en el Perú. INGEMMET. Serie C. Bol. 3. Lima 1978.
- [7] Alva, Jorge. Dinámica de Suelos, Universidad Nacional de Ingeniería 2002
- [8] Lambe, T & Whitman, R. Mecánica de Suelos Limusa 2004
- [9] INDECI Estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Barranca, Supe Puerto y Paramonga. Proyecto INDECI-PNUD. Dic. 2005
- [10] INDECI Mapa de Peligros de la Ciudad de Lambayeque Proyecto INDECI – PNUD Dic. 2003
- [11] American Society of Civil Engineers, ASCE. 2006. Flood Resistant Design and Construction.
- [12] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. 1978. Reglamento Técnico de Meteorología e Hidrología.
- [13] Instituto Nacional de Defensa Civil. Primera Edición – Junio, 2003. Atlas de Peligros Naturales.
- [14] Naciones Unidas. 2001. Menos Vulnerabilidad, Menos Desastres-Estrategias Internacionales para reducción de Desastres.
- [15] Instituto Nacional de Defensa Civil. 2004. Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres.
- [16] Instituto Metropolitano de Planificación. Atlas Ambiental de Lima. Lima 2008
- [17] Instituto Metropolitano de Planificación. Proyecto “Investigaciones Ciudades Focales Lima-MIRR en el Cercado de Lima”- Lima 2010.

