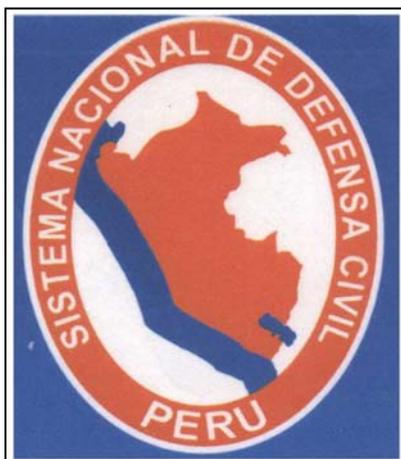


ESTUDIO:

**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE
HUARAZ Y SUS AREAS DE EXPANSION**

INFORME PRINCIPAL
(Memoria Descriptiva)

**PROYECTO INDECI – PNUD PER/02/051
CIUDADES SOSTENIBLES**



ESTUDIO :
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ

INFORME PRINCIPAL
(Memoria Descriptiva)

PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051
CIUDADES SOSTENIBLES

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

**PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051
CIUDADES SOSTENIBLES**

DIRECTOR NACIONAL

**Contralmirante A.P. (r)
JUAN LUIS PODESTA LLOSA**

PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051
CIUDADES SOSTENIBLES

Director Nacional de Proyectos Especiales
LUIS MALAGA GONZALES

Asesor Técnico Principal
JULIO KUROIWA HORIUCHI

Asesor
ALFREDO PEREZ GALLEN

Responsable del Proyecto
ALFREDO ZERGA OCAÑA

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

Responsable del Estudio
MANUEL HERMOZA CONDE

Especialista en Geología
JOSE VELIZ BERNABE

Colaboradores

KARINA HERMOZA SERVAT

CONTENIDO

CAPITULO I : GENERALIDADES

- 1.1.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO
- 1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- 1.3.- DESCRIPCION DEL ESTUDIO
- 1.4.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.5.- AREA DEL ESTUDIO
- 1.6.- CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

CAPITULO II : FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

- 2.1.- GENERALIDADES
- 2.2.- FASE DE RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE
- 2.3.- FASE DE INVESTIGACIONES DE CAMPO
- 2.4.- FASE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- 2.5.- FASE DE GABINETE

CAPITULO III : ESTUDIOS BASICOS

- 3.0.- GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO
- 3.1.- GEOLOGIA REGIONAL
 - 3.1.1. INTRODUCCION
 - 3.1.2. LITOLOGIA
 - A.-ROCAS DE BASAMENTO
 - B.-MATERIAL DE COBERTURA
- 3.2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL
 - 3.2.1. FALLAMIENTOS ANTIGUOS
 - 3.2.2. FALLAMIENTOS MODERNOS
- 3.3.- GEOLOGIA LOCAL
 - 3.3.1. EVOLUCION GEOMORFOLOGICA
 - 3.3.2. ROCAS DE BASAMENTO
 - 3.3.3. MATERIAL DE COBERTURA
- 3.4.- AGUAS SUBTERRANEAS
 - 3.4.1 INTRODUCCION
 - 3.4.2 ORIGEN Y CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LAS AGUAS
 - 3.4.3. NAPA FREATICA SUPERFICIAL

3.4.4. INCIDENCIA HISTORICA-EDIFICACIONES-NIVELES

FREATICOS-SISMO 31-5-70

3.4.5. SITUACION NAPA FREATICA HASTA 1994-COMENTARIOS

3.5 - SISMICIDAD

3.5.1. ANTECEDENTES

3.5.2. SISMO DEL 31 DE MAYO DE A970-ORIGEN Y EFECTO EN
LA CIUDAD

3.5.3 HISTORIA SISMICA

3.6.- GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO

3.6.1.- EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS

3.6.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

3.6.3.- MICROZONIFICACION GEOTECNICA-SUELOS EN LA CIUDAD
DE HUARAZ

CAPITULO IV : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ

4.1.- MAPA DE PELIGROS GEOLOGICO – CLIMATICOS

4.1.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GELOGICO - CLIMATICOS

4.1.2.- EVALUACION DE PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS

4.1.3.- ZONIFICACION DE PELIGROS GEOLÓGICO-CLIMATICOS

4.2.- MAPA DE PELIGROS GEOTECNICOS-SISMOS

4.2.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOTECNICO

A.- INTRODUCCION

B.- EVALUACION DE DAÑOS-PRIMERA MICROZONIFICACION SISMICA

4.2.2-MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS-SISMOS

A.-ZONIFICACION DE PELIGROS GEOTECNICO-SISMOS

4.3.- MAPA DE PELIGROS MULTIPLES CIUDAD DE HUARAZ

4.3.1.- ZONIFICACION DE PELIGROS MULTIPLES

CAPITULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

PLANOS

PLANO P-1 : UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

PLANO P-2 : UBICACIÓN CALICATAS-EXCAVACIONES

PLANO P-3 : CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE SUELOS

MICRO ZONIFICACIÓN DE SUELOS.

PLANO P-4 : FENOMENO DE ORIGEN GEOLOGICO-SISMOS

PLANO P-5 : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
(DISTRITOS RESTAURACION E INDEPENDENCIA)

ANEXOS

ANEXO I : Registros de Excavaciones-Calicatas(20 unidades)
Distrito Restauración(Huaraz)

ANEXO II : Registros de Excavaciones-Calicatas(14 unidades)
Distrito Independencia

ANEXO III : Ensayos Granulometricos-Clasificación de Suelos
Ensayos de Laboratorio-Calicatas Distrito Restauración

ANEXO IV : Ensayos Granulometricos-Clasificación de Suelos
Ensayos de Laboratorio-Calicatas Distrito Independencia

Anexo V : PANEL FOTOGRAFICO-TRABAJO DE CAMPO
Excavación Calicatas-Distrito Restauración(Huaraz)

Anexo VI : PANEL FOTOGRAFICO-TRABAJO DE CAMPO
Excavación Calicatas-Distrito Independencia

Anexo VII : PANEL FOTOGRAFICO-RECOMENDACIONES TECNICAS
Distrito Restauración(Huaraz)

Anexo VIII : PANEL FOTOGRAFICO-RECOMENDACIONES TECNICAS
Distrito Independencia

Anexo IX : **INFORME DE EVALUACION DE DAÑOS-CIUDAD DE HUARAZ-ANCASH**
Diciembre 1970-Ing.J.Kuroiwa

CAPITULO I : GENERALIDADES

1.1.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Las Ciudades principales del Departamento de Ancash, Huaraz y Chimbote, inician estudios amplios e integrales ante los peligros naturales, en especial en sus características geomorfológicas y físicas de suelos, a partir del catastrófico terremoto ocurrido el 31 de mayo de 1970, que afectó el norte del País, en que se incluye la zona del presente estudio: La Ciudad de Huaraz.

Esta situación de desastres determinó la urgencia de rehabilitar, reconstruir y desarrollar la zona afectada por el sismo, estableciendo el gobierno peruano la Comisión para la Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada por el sismo (CRYRZA), institución que durante el período 1970-1972, realizó estudios técnicos detallados en el ámbito de la Ciudad de Huaraz sobre el campo de geología, geofísica, mecánica de suelos, microtrepidaciones y evaluación de daños, información valiosa que requería la implementación del nuevo Plan Regulador que elaboró la firma Bustamante, Williams & Asociados bajo encargo de la Comisión de Reconstrucción (CRYRZA), dentro del proceso de reconstrucción de la Ciudad de Huaraz.

Como se indica la Ciudad de Huaraz y su área de influencia, posterior al sismo de 1970, representó una importante zona en que se formularon diversos estudios relacionados al uso de los suelos y su relación a los peligros naturales, con mayor incidencia a los fenómenos glaciológicos, información técnica requerida para la formulación de la MICROZONIFICACION SÍSMICA para la Ciudad de Huaraz, sobre la base de la experiencia lograda en la MICROZONIFICACION SÍSMICA formulada en 1971 por la MISION TECNICA JAPONESA en la Ciudad costera de Chimbote.

A través de la SUB-COMISION TECNICA-CRYRZA, bajo la dirección del Ing. Julio Kuroiwa H., en el período 19 de octubre al 19 de noviembre de 1970 se ejecutó estudios de distribución de daños en edificaciones en el centro de la Ciudad de Huaraz, donde quedaron arrasadas más de 100 manzanas del centro, donde perecieron más de 10,000 personas. (Detallado en Anexo IX)

El objetivo de este valioso estudio tenía la finalidad de determinar a través del comportamiento de las estructuras-edificaciones la influencia del suelo, datos muy importantes requeridos para los estudios de Microzonificación Sísmica que en dicha fecha se ejecutaba.

La "Microzonificación Sísmica en la Ciudad de Huaraz" Armas-Tesis UNI. (1972)- representó el inicio de esta valiosa herramienta de planificación urbana ante peligros

naturales y fue base para su ampliación y actualización, por otras instituciones, hasta 1994, con el estudio de la MICROZONIFICACION SÍSMICA DE LA CIUDAD DE HUARAZ-SECTOR Sur, formulado por Elio Milla-César Gonzáles Obregón-UNASAM-1994;habiéndose ejecutados en este período intermedio(1972-1994),otros trabajos similares, con valiosa información técnica, como "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz"(Chavez,1984),"Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Huaraz(Ordoñez,1984)-"Riesgos Sísmico del Departamento de Ancash"(Arevalo 1985) y otros.

Trabajos de investigación valiosos e importantes para la PLANIFICACION Y DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE HUARAZ, pero que en su momento oportuno no se implementaron mecanismos para su aplicación en el desarrollo urbano de la Ciudad de Huaraz, especialmente a través de los ORGANISMOS RESPONSABLES DEL DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD ;QUIZAS CRYRZA TOMO EN CUENTA EN LOS PRIMEROS AÑOS LA PRIMERA MICROZONIFICACION SÍSMICA, pero se deduce que luego que la Municipalidad Provincial de Huaraz asumió a partir de 1984 el desarrollo y control urbano ,muy poco tuvieron en cuenta estos y los siguientes estudios que se ejecutaron ,como ocurre en la fecha.

De acuerdo con la información recibida, se estima que entre 1994-1993,el crecimiento urbano de la Ciudad de Huaraz era lento ,LA ZONA DE EXPANSION URBANA TENIA TENDENCIA DE CRECIMIENTO HACIA EL NORTE, sobre la base del PLAN URBANO DE CRYRZA FORMULADO EN 1971,siendo el eje de dirección de crecimiento urbano la zona de Centenario, área que sufrió pocos daños durante el sismo de 1970.

Posterior a dicho período, en la última década ,la CIUDAD DE HUARAZ ha sufrido un crecimiento urbano ACELERADO, las áreas urbanas estudiadas antes de 1994 han sido desbordadas, surgiendo NUEVAS ZONAS DE EXPANSION URBANA HACIA EL ESTE Y ZONAS PERIFERICAS EN LAS ZONA ALTAS DEL HUARAZ ANTIGUO,(actual Distrito de Restauración),CARECIENDO EN SU TOTALIDAD ESTUDIOS INTEGRALES ANTE PELIGROS NATURALES, que genera en la fecha zonas de peligros y alto grado de vulnerabilidad, y que consideramos representará prioridad sus estudio dentro del MAPA DE PELIGROS NATURALES QUE EN EL PRESENTE ESTUDIO SE PROPONE, sin descuidar las zona consolidadas de la antigua Ciudad de Huaraz, dado el alto peligro sísmico que presenta su suelo ,en especial el BARRIO DE BELEN.

En los últimos 10 años poco ha sido desarrollado por la entidades competentes estudios relacionados a la seguridad física de la ciudad de Huaraz, salvo trabajos académicos formulados por la Universidad Nacional Antunez de Mayolo.

La actual situación referente al conocimiento de los peligros físicos que amenazan las áreas urbanas y de expansión urbanística de la Ciudad de Huaraz, específicamente los distritos de Restauración e Independencia, indica que se tiene información aislada en diversos puntos y que coincide con aquellas zonas para las cuales se desarrolló un Estudio de Mecánica de Suelos o un Estudio específico de Peligros por variadas razones para una obra importante y de características particulares; sin embargo, para aquellas zonas en las cuales se tiene un uso exclusivamente residencial y con posibilidad de expansión urbanística al futuro aún no se cuenta con una información racional y zonificada que permita su aplicación práctica en la Planificación urbana adecuada de los distritos de interés.

Bajo esta situación; es necesario contar con un documento que permita disponer una zonificación de Peligros de variado origen: geológico, geológico-climático, geotécnico y climático, para el área urbana y expansión urbanística de los distritos que corresponde a la Ciudad de Huaraz y es por esta razón, que dentro del marco del Proyecto INDECI-PNUD PER 02/051 – CIUDADES SOSTENIBLES se desarrolla el presente estudio denominado: **MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ.**

1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos principales del estudio se sintetiza en:

- Conocimiento de las características geológicas, geomorfológicas, sísmicas, geotécnicas, climatológicas, hidrológicas e hidráulicas del área de estudio que comprende las áreas urbanas y de expansión urbanística en los distritos de la Ciudad de Huaraz: Restauración(Huaraz antiguo) e Independencia.
- Determinación de un documento técnico para el área de estudio, en donde se presente como resultado final, la zonificación de Peligros Físicos asociado a la ocurrencia de diversos eventos naturales; fundamentalmente de origen geológico, geológico-climático, geotécnico y climático.

1.3.- DESCRIPCION DEL ESTUDIO

Para la determinación del Mapa de Peligros de la ciudad de Huaraz, que comprende a los distritos de Restauración e Independencia, se han desarrollado las actividades siguientes:

- Recopilación de información
- Investigaciones de campo
- Ensayos de laboratorio
- Labores de gabinete

La recopilación de información básica referida a planos topográficos y estudios de geología, geotecnia, mecánica de suelos, hidrología y otros, de áreas ubicadas en los distritos de interés, se ha desarrollado primero mediante una recopilación de información existente procedente de variadas instituciones tanto particulares como estatales siendo de fundamental importancia la que corresponde a la ejecutada por la Sub-Comisión Técnica de CRYRZA, elaborado luego de ocurrido el sismo de 1970, en que se ha hecho uso de varios planos referentes a aspectos de evaluación de daños y geotécnico y que se complementó con la propuesta de la primera MICROZONIFICACION SISMICA DE LA CIUDAD DE HUARAZ-CRYRZA- Armas 1972, complementado con la evaluación-estudios de suelos realizado por LAGESA-Laboratorio Geotécnico por encargo de CRYRZA,-1972, que tuvo como objetivo el análisis integral de los suelos de la Ciudad de Huaraz requerido para la implementación del Nuevo Plan Regulador de la Ciudad de Huaraz .

De la información existente recopilada, se ha realizado un análisis y una cuidadosa selección de los datos representativos de interés, con la finalidad de poder utilizarlos en el presente estudio. La siguiente fase de la recopilación de información comprende aquella específica que ha sido obtenida durante el desarrollo del presente Estudio y que comprende básicamente los aspectos geológicos, geotécnicos e hidrológicos destinados a determinar los fenómenos de variado origen que causan peligros físicos o amenazas para la ciudad de Huaraz, formulado como tesis de grado por la Universidad Antunez de Mayolo.

Las investigaciones de campo han permitido reunir "in situ" toda la información de detalle referidas a geología, geotecnia e hidrología del área de interés en donde se haya obtenido información existente y en aquellas en las cuales no se cuente aún con la misma . En el primer caso, las investigaciones de campo han tenido como objetivo confirmar y complementar la información seleccionada y en el segundo caso han tenido como objetivo conocer las características propias del área mediante las investigaciones de detalle programadas para tal efecto en el presente Estudio.

Los ensayos de laboratorio realizados a muestras tomadas en zonas no estudiadas de acuerdo a un Programa de investigaciones de campo previamente establecido han permitido obtener información precisa de las diversas características requeridas y en especial de los suelos involucrados en el área de estudio, de manera que se pueda obtener toda la información del caso para calificar y cuantificar los fenómenos de origen geológico, geológico-climático, geotécnico y climático.

Las labores de gabinete se han desarrollado con los resultados obtenidos en las labores anteriores y su objetivo fundamental es obtener la zonificación de: la geología superficial, clasificación de suelos, geomorfología, sismicidad y otros, de manera que finalmente permitan definir los planos de Peligros de origen geológico, geológico-climático, geotécnico, climático y el final denominado el Mapa de Peligros Integral de la Ciudad de Huaraz; resultados que han sido materializados finalmente en los planos respectivos.

1.4.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio tiene las siguientes características:

La ciudad de Huaraz es capital de la Región Chavín y se ubica en el curso medio superior del Callejón de Huaylas, definido por el curso del Río Santa, el que nace en la Laguna Conococha (4,050 m.s.n.m.) y desemboca en el Océano Pacífico al norte de la ciudad de Chimbote.

El Callejón de Huaylas esta flanqueado por dos cordilleras de montañas que, siendo parte del ramal occidental de los Andes, corren en dirección genérica Sur-Norte, llamadas Cordillera Blanca hacia el Este y Cordillera Negra al Oeste.

La ciudad se emplaza en la margen derecha del Río Santa, a 3,050 m.s.n.m., correspondiéndole las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur : 9° 25' - 9° 75'

Longitud Oeste. : 77° 25' - 77° 75'

En relación con su accesibilidad, Huaraz tiene varias vías de comunicación terrestre con la costa y poblados de su interior, teniéndose como eje principal la carretera asfaltada que parte de Pativilca (Km. 200 de la carretera Panamericana Norte) y con un recorrido de 200 Km. llega a Huaraz, continuando por 50 Km., con estas mismas características hasta la ciudad de Caraz.

Esta vía, ya solo afirmada, continua por todo el curso del río Santa hasta su empalme con la carretera Panamericana, en el distrito de Santa al norte de la ciudad de Chimbote.

De Lima, ciudad Capital, hasta Huaraz, por vía terrestre, es de 8 horas, promedio, para un recorrido de 400 Km.

Otro acceso importante para Huaraz es la carretera Casma-Huaraz, de 115 Km. de longitud, que se encuentra asfaltada en sus primeros 21 Km., hasta la localidad de Yautan

Se conoce que actualmente están concluyéndose los estudios definitivos para llevar esta vía a nivel de pavimentación, la misma que facilitará el acceso, particularmente del norte del país hacia Huaraz/Callejón de Huaylas.

Existe un Aeropuerto comercial – Anta, ubicado a 15 Km al norte de Huaraz, que no dispone de un itinerario de vuelos cotidianos.

El área de estudio tiene la siguiente ubicación política :

Distritos : Restauración e Independencia

Provincia : Huaraz

Departamento : Ancash

1.5 AREA DEL ESTUDIO

El área estudiada comprende básicamente el SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE HUARAZ, zona antigua reconstruida y remodelada después del sismo del 31 de Mayo de 1970, actual Distrito de Restauración y SECTOR NORTE Y ESTE DE LA CIUDAD, que comprende el eje de desarrollo del sector antiguo del Barrio Centenario(Norte) y el actual y acelerado desarrollo urbano hacia el Este, todo lo cual corresponde al Distrito de Independencia.

Así mismo se incluye áreas potenciales de desarrollo urbano en ambos sectores, que se han evaluado en el PRESENTE ESTUDIO.

Considerando la características de la zona, a una escala regional se ha estimado un área aproximada de estudio de 400 Km², encerrados en un cuadrado de 20 x 20 Km., comprendiendo el curso del río Santa y las quebradas que convergen hacia el curso del río Quilcay (que pasa por la ciudad de Huaraz), así como las quebradas de Monterrey por el norte y de Pariac por el sur.

A escala local, comprende la ciudad de Huaraz y sus áreas de expansión urbana, con un área aproximada de 20 Km².

La ubicación del área de estudio se presenta en el **PLANO N° 01**

1.06 CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El clima como en toda la zona de Sierra del Perú, la Ciudad de Huaraz tiene caracterizada dos estaciones climáticas muy definidas al año:

La temporada de verano y la temporada de invierno. Corresponde a la primera, la época de “sequía”, caracterizada por la ausencia de lluvias, abarcando entre los meses de abril a agosto; y la temporada de verano, época de lluvias, entre los meses de setiembre a Octubre (pocas lluvias) y enero/marzo (lluvias intensas).

Sin embargo, son los fenómenos climáticos a escala mundial los que marcan una verdadera variabilidad climatológica, con alteración de los ciclos climáticos establecidos, ya que es frecuente vivir prolongados periodos de “sequía” o de lluvias.

La temperatura media anual oscila entre los 11° a 21°C, correspondiendo las más bajas temperaturas por las noches y para los meses de Junio/julio (heladas); y las temperaturas mas altas se dan al medio día durante las épocas de “sequía”

El discurrimiento hidrológico esta marcado por el curso del río Santa, que corre de Sur a Norte, recibiendo tributarios importantes que vienen de la Cordillera Blanca por su margen derecha, con discurrimiento de agua permanente por el aporte de los glaciares. El discurrimiento de la Cordillera Negra se da sólo en las estaciones de lluvias.

Recibe de 500 a 1000 mm de lluvia anual, siendo mayor en la zona de Cordillera Blanca.

CAPITULO II : FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

2.- FASES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

2.1.- GENERALIDADES

El presente estudio denominada “MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ”, ha sido desarrollado en las siguientes etapas, que se sintetiza en:

-**Recopilación de información existente** : Consiste en la recopilación de la mayor cantidad posible de información contenida en Estudios antecedentes y/o similares, relacionada básicamente a geología, geotecnia, hidrología, mecánica de suelos y otros para un punto de investigación específico dentro del área de interés y sus alrededores más cercanos.

- **Investigaciones de campo** : Son aquellos trabajos que se desarrollan en el área de interés con la finalidad de obtener información precisa “in situ” referida a aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos e hidrológicos y que permitan desarrollar los

-

- estudios básicos correspondientes, en nuestro caso se ejecutaron 34 calicatas-excavaciones.
- **Ensayos de Laboratorio** : Son aquellos trabajos que se desarrollan en un laboratorio de Mecánica de Suelos y que tienen como objetivo principal determinar las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos encontradas en el área de interés.
- **Trabajos de gabinete** : Son aquellos trabajos que tomando como información base la recopilada en las fases de campo y laboratorio permiten determinar los Estudios Básicos correspondientes y finalmente preparar los Mapas de Peligros.

2.2.- FASE DE RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE

Para efectos de desarrollar cada uno de los Estudios Básicos : Geología, Geotecnia e Hidrología se ha procedido a la recopilación de información existente de interés.

Para efectos de desarrollar el Estudio Geológico se ha recopilado la información siguiente:

- **“Estudio Hidrogeológico de la Ciudad de Huaraz” (Servicio de Geología y Minería), para CRYRZA. Dic. 1,970.**
- **“Evaluación de Daños Edificaciones Ciudad de Huaraz”-Sismo 31 de Mayo 1970-SUB-COMISION TECNICA-CRYRZA-1970**
- **“Estudio de Suelos para Cimentación y Pavimentos”. LAGESA, para CRYRZA, Mayo, 1972.**
- **Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz-Armas-1972-Tesis de Grado-U.N.I.**
- **“Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de Huaraz”. Tesis de Grado de Edwin Ordóñez Huaman. 1,984.**
- **“Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz: Sector Sur”. Tesis de Grado de Cesar González Obregón. 1,994.**
- **“Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz: Zona Norte”. Tesis de Grado de Mayelo Salazar Celestino. 1,994**

En esta primera gran fase del estudio; es de gran interés la información relacionada a geotecnia y mecánica de suelos, que comprende básicamente parámetros del suelo en un punto de investigación específico, tales como: perfil estratigráfico, clasificación SUCS, propiedades índice, estado de compacidad y otros que permitan determinar las bondades ingenieriles del suelo como material de cimentación.

La información total recopilada ha comprendido cerca de 350 calicatas-excavaciones-perforaciones de investigación ubicados en el área de interés y alrededores; la cual, ha sido analizada y procesada sistemáticamente para su posterior uso. Del total de la información recopilada se ha seleccionado finalmente 46 puntos de investigación del subsuelo que

contienen información para su uso en la determinación de valores geomecánicos de los suelos . Además se han ejecutado 34 calicatas (20 en zona antigua de Huaraz-Distrito de Restauración-Zona central y 14 en el Distrito de Independencia), calicatas-excavaciones que complementa los puntos de investigación existente y que han abarcado información de gran parte de los distritos de Restauración e Independencia.

2.3.- FASES DE INVESTIGACIONES DE CAMPO

Para efectos de desarrollar el Estudio Geológico y de Mecánica de Suelos se ha desarrollado las siguientes investigaciones de campo:

- Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen geológico y geológico-climático de mayor incidencia en la zona, participación activa del Ingeniero geólogo: Ing. José Veliz B.
- Toma de muestras en diferentes puntos del terreno, de las calicatas seleccionadas.
- Selección de áreas de menor y mayor peligro ante fenómenos de origen geológicos.

Un trabajo de fundamental importancia en las investigaciones de campo para elaborar el Estudio Geotécnico es la determinación del Perfil estratigráfico del suelo de cimentación; asimismo , identificar cualitativa y cuantitativamente mediante ensayos de laboratorio las propiedades geomecánicas del subsuelo.

En aquellas zonas en donde la información se requería verificar niveles freáticos se priorizó el programa de calicatas en campo , incluidas en las 34 calicatas ejecutadas, especialmente en la zona central urbana de la Ciudad de Huaraz, específicamente el Sector de Belén y área de influencia.

Para cada una de las “calicatas” aperturadas en el área de interés, se han realizado los Ensayos de Campo que a continuación se detallan:

- Descripción del perfil estratigráfico de los suelos según Norma ASTM D 2487

Destinado a conocer las características del suelo de cimentación hasta una profundidad igual a la de la "calicata" aperturada y que se refieren básicamente a la determinación del color, consistencia, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, cobertura general, etc..

Complementariamente a este trabajo, se ha efectuado una auscultación en campo del estado de compacidad del suelo de cimentación en su estado natural e identificación de la estabilidad de las excavaciones efectuadas.

- Muestreo de suelos en "calicatas" aperturadas según Norma ASTM D 420:

En las "calicatas" aperturadas, se ha efectuado la toma de muestras de los estratos a profundidad promedio de 1.00 a 1.50 mts.

Las investigaciones de campo se han desarrollado entre los meses de Junio (Distrito de Independencia) y Noviembre (Distrito de Restauración), año del 2003 ,y han consistido básicamente en efectuar un reconocimiento de campo en el área que comprende la Ciudad de Huaraz. Se contó con el apoyo permanente y valiosos del Ing^o. Geólogo José Veliz Bernabe.

Dicho reconocimiento ha tenido como objetivo identificar las formaciones superficiales geológicas existentes y tomando en cuenta indicadores geológicos o similares se confirme la información presentada en la recopilación de las calicatas ejecutadas anteriormente.

Este trabajo de campo también ha tomado en cuenta toda la información antecedente referida básicamente a aspectos geológicos y geotécnicos y viene a ser una complementación y extensión al detalle de la geología superficial local del área de interés.

2.4.- FASE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Esta fase se desarrolla 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 los materiales encontrados mediante la ejecución de Ensayos Estándar y Especiales que se indican a continuación:

ENSAYOS ESTANDAR

NORMA USADA

1.1.- Descripción visual – manual

ASTM D 2488

1.2.- Contenido de humedad natural

ASTM D 2216

| | |
|--|-------------|
| 1.3.- Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D 422 |
| 1.4.- Límite líquido y límite plástico | ASTM D 4318 |
| 1.5.- Clasificación unificada de Suelos | ASTM D 2487 |
| 1.6.- Peso volumétrico | ASTM D 2937 |

Los Ensayos Estándar de Laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas recogidas en las “calicatas” aperturazas ; en el Laboratorio de Suelos ubicado en la Ciudad de Chimbote-Consultor Ing. Manuel Hermoza C.

2.5.- FASE DE GABINETE

Esta fase se desarrolla después de haber culminado las Fases de recopilación de información, Investigaciones de campo y de Ensayos de Laboratorio. La Fase de gabinete analiza minuciosamente los resultados de las fases anteriores, con la finalidad de garantizar la bondad y calidad de la información obtenida de manera que permita definir resultados detallados referentes al área de estudio, tales como : geología superficial, geomorfología, sismicidad , clasificación de suelos , capacidad portante, y otros; con el cual se procederá a determinar los fenómenos de origen geológico, geológico-climático, geotécnico y climático de mayor importancia en el área de estudio para luego definir el Mapa de Peligros para los distritos que conforman la Ciudad de Huaraz.

CAPITULO III : ESTUDIOS BASICOS

3.0.- GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

3.1 GEOLOGIA REGIONAL

3.1.1 INTRODUCCION

La cartografía geológica regional elaborada por el INGEMMET y publicada en los cuadrángulos geológicos de Carhuaz, Huari, Huaraz y Recuay, correspondientes a los números 60 y 76, describen con propiedad la geología de Huaraz y alrededores, donde las rocas más antiguas son los sedimentos del cretáceo inferior conformantes del Grupo Goyllarisquizga (Formaciones Chimú, Santa-Carhuaz) hasta llegar a la cobertura de depósitos inconsolidados de edad holocénica.

Las rocas intrusivas corresponden al emplazamiento del “Batolito de la Cordillera Blanca” de edad Paleogeno.

En razón de la orientación del presente estudio, cuyos fines son eminentemente ingenieriles, se ha creído conveniente hacer una descripción litológica a fin de facilitar la

interpretación físico/mecánica de los diferentes materiales emplazados y comprometidos en la problemática que se estudia (peligros naturales).

3..1.2 LITOLOGIA:

A.-ROCAS DE BASAMENTO:

Dentro del área estudiada, las rocas que constituyen el basamento son:

Rocas sedimentarias, conformadas por una alternancia de calizas y arcillitas calcáreas en la parte inferior y areniscas y cuarcitas finas con intercalaciones de arcillitas en la parte superior. Por tectonismo, se encuentran fuertemente fracturadas y disturbadas, con diferente grado de resistencia a la compresión, siendo alta para los estratos de calizas, que se presentan masivas; media para los estratos de areniscas y cuarcitas; y baja, para las arcillitas.

Este paquete sedimentario que aflora hacia el lado nor oeste del área de estudio, en las inmediaciones del Balneario de Monterrey, a ambos lados del río Santa (ver Plano Litológico N° PL-01), en conjunto presenta taludes medianamente estables, con cobertura de suelo residual que desprende por erosión laminar por lluvias. Con sismos moderados, inestabiliza, originando pequeños derrumbes.

En trabajos de corte importantes, es necesario diseñar taludes de reposo, generalmente “banquetas” y cunetas de coronación revestidas para evitar desestabilizaciones mayores.

A la fecha, este paquete sedimentario constituye el basamento rocoso de la zona de expansión urbana que se da al norte de la ciudad (área Vichay-Monterrey), pero las cimentaciones de las edificaciones solo llegan a la cobertura de material suelto, que generalmente es un suelo de origen fluvio glaciar y aluvial.

Rocas Intrusivas, son las rocas que conforman el denominado “Batolito de la Cordillera Blanca”, de naturaleza granítica/granodiorítica/tonalítica; muy duras y resistentes, originando fuertes escarpas, características a lo largo de la Cordillera Blanca.

Su emplazamiento se da margen derecha del río Santa, a una distancia horizontal promedio de 10 Km, no teniendo, en consecuencia, relación con el suelo de fundación de la ciudad de Huaraz y sus áreas de expansión.

Rocas Volcánicas, son las rocas que pertenecen al denominado “Volcánico Calipuy”, estando representadas, mayormente, por tobas, piroclásticos gruesos, aglomerados, lavas y cuerpos intrusivos sub volcánicos.

Se emplazan mayormente en la Cordillera Negra, pasando a la margen derecha del río Santa y llegando, en algunos casos (fuera del área estudiada) muy cerca del Batolito de la Cordillera Blanca.

Los afloramientos tienen una resistencia mayormente media (y en ciertos casos alta), muy modelados, que desestabilizan por erosión laminar por las aguas de precipitación pluvial, originando pequeños flujos de material areno gravoso que dan inicio a la formación de quebradas, como se observa en la ladera occidental del cerro Rataquenua.

B.-MATERIAL DE COBERTURA:

Con esta denominación se comprende al amplio manto de material suelto que cubre mayormente la vertiente oriental del río Santa hasta las estribaciones de la Cordillera Blanca; habiéndose considerado también la importante capa de hielo.

Genéricamente y con fines de ingeniería práctica, se diferencian los siguientes tipos de material:

Material Fluvio-glaciar, comprende el material fuertemente retrabajado, mayormente por acción del hielo en su retroceso (Fenómeno de deglaciación) y posterior transporte por el agua a manera de flujos. Abarca la amplia planicie de la margen derecha del río Santa hasta las estribaciones de la Cordillera Blanca; habiendo, también, remanentes de este material en la Cordillera Negra, como evidencia de la presencia del hielo en este lugar en épocas pasadas.

El material fluvio glaciar esta constituido por gravas generalmente de tamaño mediano a pequeño, muy retrabajadas, mayormente de naturaleza cuarcítica/areniscas, en matriz limo-arcillosa, con espesores muy variables, con resistencia a la compresión generalmente media, con taludes estables en los frentes de poco espesor, e inestables en los frentes de gran espesor, como es el caso del área de Cruz Punta (al SE de Huaraz), donde desestabiliza por erosión pluvial.

Este material fluvio glaciar constituye mayormente el suelo agrícola en el área. Igualmente, es el suelo de fundación de buena parte de las edificaciones de la ciudad de Huaraz (zonas de Pedregal, la Soledad, parte de Belén), así como de las zonas de expansión urbana.

Material Aluvial: Con esta denominación se involucra a todo material suelto a semi compacto, medianamente a altamente retrabajado, producto del transporte por acción rápida/violenta de las aguas y que se encuentra rellenando los cauces de los ríos y quebradas importantes.

Para el estudio que nos ocupa, es preciso diferenciar el material de origen aluviónico y el material aluvial propiamente dicho.

El primero, tiene íntima relación con el fenómeno de deglaciación que se vive en la Cordillera Blanca y que la historia geológica y las evidencias actuales muestran un marcado dinamismo ya que en la totalidad de las quebradas de la vertiente occidental de la Cordillera Blanca hay remanentes de fuertes aluvionamientos que se produjeron en el pasado y en cuyas desembocaduras (al río Santa), paradójicamente, se emplazan la mayoría de las ciudades y poblados importantes del Callejón de Huaylas.

La caracterización litológica de estos materiales que corresponde a bloques de diferente diámetro, de naturaleza generalmente granítica (provenientes del arranque del Batolito de la Cordillera Blanca), muy angulosos, con alta resistencia a la compresión y en buena parte de los casos constituye el suelo de fundación de edificaciones en la ciudad de Huaraz, como es el caso concreto de la "Zona del Aluvión" y del "Barrio del Centenario", al norte de la ciudad.

El material aluvial propiamente dicho, corresponde al material transportado y depositado en los cursos de ríos y quebradas importantes, como es el caso de los ríos, Santa, Quilcay, Seco, Paría, etc.; estando constituido por gravas sueltas, de tamaño mediano a pequeño, en matriz arenosa (caso del río Santa), o matriz limo-arcillosa (caso río Seco); siendo excelentes materiales para la construcción en sus diferentes aplicaciones (agregados para el concreto en el caso del río Santa y para relleno, en el caso del río Seco).

Hielo, referido al agua sólida que se emplaza en las partes altas de la Cordillera Blanca, cuyo rápido derretimiento marca el retroceso de los glaciares, con las secuelas de generar desastres en las ciudades y poblados que se ubican en las partes inferiores de sus áreas de influencia.

Las áreas glaciares que se ubican hacia el Este de la ciudad de Huaraz, estando muy distantes (a no menos de 20 Km.) tienen relación directa con su seguridad física pues son, precisamente, los peligros de origen glaciar los que califican el riesgo para la ciudad, así como para las otras ciudades del Callejón de Huaylas.

ESTA INFORMACION SE DETALLA EN EL PLANO PL-01 Y VISTAS FOTOGRAFICAS QUE SE ADJUNTAN.

3.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En los cuadrángulos geológicos elaborados por el INGEMMET, antes referidos, y dentro del área de nuestro interés, se han definido estructuras geológicas tipo fallamientos, antiguos y modernos:

3.2.1. FALLAMIENTOS ANTIGUOS:

Son un conjunto de trazas de fallas segmentadas que siguen un rumbo generalmente SE-NW, interceptadas por otras fallas menores de rumbo S-N, que atraviesan tanto a las rocas sedimentarias como a las rocas volcánicas, descritas.

En algunos casos, estas estructuras constituyen un contacto fallado entre ambos tipos de rocas, lo que significa que en su momento (tiempo geológico) sirvieron como línea de efusión del magma, que fluyo del interior de la tierra.

Por lo observado en el terreno, estas fallas antiguas no ejercen influencia alguna en la estabilidad de los terrenos que atraviesan, siendo observables solo por interpretación geológica.

3.2.2 FALLAMIENTOS MODERNOS:

En el mapeo geológico regional (cartografía del INGEMMET), se ha definido una traza de falla longitudinal (en realidad, es un conjunto de fallas que constituyen un "sistema") que domina la margen occidental de la Cordillera Blanca, en una longitud aproximada de 200 Km; con inicios, por el sur, a la altura de la Laguna Conococha (y probablemente mas al sur) hasta el nevado Rosco (la parte mas norte de la Cordillera Blanca).

Esta "Falla de la Cordillera Blanca", con claras evidencias de ser un fallamiento activo desde el punto de vista geológico, juega un papel sumamente importante en la calificación del riesgo para la ciudad de Huaraz (y otras ciudades del Callejón de Huaylas), toda vez que hay la gran interrogante de que podría ser una fuente de liberación de energía sísmica, con generación de sismos que naturalmente incidirán en la seguridad física de Huaraz, a pesar que no se tiene evidencias que en los últimos cinco mil años se haya reactivado por liberación sísmica.

A la fecha, no se tiene un estudio de particular detalle sobre esta falla, razón por la que, por el interés del presente estudio, se transcriben todas las informaciones recopiladas, así como un artículo denominado "Fallas Activas y sus implicaciones en la Ingeniería", que contribuirá a conceptualizar la definición de fallas geológicas activas en la ingeniería:

Título: "Geología de los Cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquiá y Yanahuanca".

Fecha: Noviembre de 1,996

Autor: INGEMMET.

Boletín: N° 76

Archivo: INGEMMET – Lima.

Contenido: El informe, al referirse a las “Fallas y Fracturas” indica que, probablemente, la falla más importante en el área y discutible en el Perú es la “Falla de la Cordillera Blanca” No es en realidad una simple falla, sino un sistema de fallas descritas en detalle por DALMAYRAC (1974), COBBING, E.J. (1978), que han demostrado que la falla tiene una larga historia y que definió el límite occidental de la cuenca de Chavín correspondiente al miogeosinclinal, el cual se desarrollo principalmente durante el Titoniano. La falla también ha proveído canales para el emplazamiento de los plutones del Batolito de la Cordillera Blanca y es por esta razón evidente que ha penetrado profundamente en la corteza; tal vez a toda la corteza, llegando al manto. Esta evidencia de la profundidad de penetración es apoyada por la actividad de fuentes termales a lo largo de la falla y también por el hecho de que las ignimbritas de la Formación Yungay fueron expelidas a lo largo de la línea de falla. El levantamiento durante el Neógeno del Batolito de la Cordillera Blanca, a lo largo de la línea de falla, ha dado como resultado la actual expresión morfológica de la Cordillera Blanca; y también el desarrollo de un graven estructural en el lado oeste de la Cordillera Blanca, el cual llegó a ser la depresión donde se ha depositado material del Neógeno-Cuaternario erosionado de ambas, de la Cordillera Blanca y de la Cordillera Negra. Debido a su gran expresión topográfica, la Cordillera Blanca indudablemente fue la principal área fuente.

El movimiento a lo largo del sistema de fallas ha continuado en el Cuaternario, de manera que se ha desarrollado un sistema de fallas de echelón normal al pie de la Cordillera Blanca, involucrando el graven cuaternario. Estas fallas son bien ilustradas por DALMAYRAC (1974).

Está así claro que las fallas son normales desarrolladas al pie de la ascendente Cordillera Blanca. La razón para este levantamiento no es evidente, pero ha sido sugerido por WILSON et,al. (1967) que las rocas graníticas claras de la Cordillera generarían la fuerte anomalía gravitacional negativa con respecto a las rocas de los alrededores y que esto sería suficiente para ocasionar su levantamiento. Ahora, hay numerosos ejemplos documentados donde los cuerpos de granito son conocidos por haber formado un relieve positivo después de un tiempo prolongado con respecto a su consolidación, lo cual provee fuerte evidencia corroborativa para la hipótesis de WILSON. DALMAYRAC (1974), sin embargo, atribuyó el levantamiento a la distensión regional.

Título: “Falla Activa Cordillera Blanca como fuente sísmica”.

Fecha: Junio-Setiembre, 1,984

Autor: Humberto Salazar Díaz

Revista: Capítulo de Ingenieros Geólogos del CIP

Contenido: Esta publicación, en su Resumen dice lo siguiente: Este informe desataca la importancia de la geología del cuaternario en la evaluación del riesgo sísmico asociado con una falla activa como fuente sismogénica. El área de estudio se ubica en la cuenca superior del río Santa, entre las localidades de Chiquián Corongo, Ancash.

En el flanco occidental de la Cordillera Blanca aproximadamente a media ladera, se extiende una falla normal cuaternaria de aproximadamente 200 Km de longitud, con rumbo y buzamiento N25° - 55°W, 45° - 60° SW, respectivamente.

Esta falla afecta depósitos inconsolidados del cuaternario, de 14,000 a 1,500 años de edad, mostrando una traza discontinua en echelón en el sector sur y traza continua en el sector norte, con escarpas de superficie relativamente frescas, mostrando desplazamiento acumulativo tectónico neto vertical (DTNV) variable entre 7.5 a 25 m, lo cual estaría asociado a múltiples eventos caracterizados por saltos individuales de hasta 3 m y sismos de gran magnitud.

Estas evidencias geológicas y geomorfológicas asociadas con la actividad sísmica superficial (profundidad focal 12 – 30 Km) de magnitud pequeña ($m_b \Rightarrow 4.7$) permiten catalogar a esta estructura regional como una falla normal activa; por ende, como una fuente sismogénica continental (intraplaca), donde se espera que ocurran en el futuro rupturas con desplazamientos verticales de hasta 3 m. y originando sismos con magnitud (M_s) hasta 7.4, con intervalo de recurrencia de 1,900 a 2,800 años (promedio 2,350 + - 450 años).

Esta fuente sismogénica debe tenerse en cuenta en los análisis de riesgo sísmico para la planificación y diseño de obras de ingeniería, así como para la seguridad de los centros poblados ubicados en la cuenca superior del río Santa.

Título: “Observaciones acerca de la Neotectónica del Perú”.

Fecha: Noviembre, 1982.

Autor: Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Archivo: Proyecto SISRA

Contenido: Este documento fue preparado por el IGP dentro del Proyecto SISRA (Sismicidad en la Región Andina) y dentro de su contenido se tiene la siguiente definición: se considera como “Falla Activa” cualquier falla que haya tenido reactivación en el transcurso de los últimos 10,000 años, es decir durante el Holoceno.

En el Capítulo “Fallas Recientes en el Flanco Oeste de la Cordillera Blanca”, se tiene la siguiente descripción: Una importante red de fallas recientes bordea el flanco oeste de la Cordillera Blanca. Esta red corresponde a una alineación de orientación NW-SE, observable en fotografías satélite. Este limita el macizo intrusivo, especialmente granodiorítico, por el Este, de la depresión del río Santa por el Oeste (Callejón de Huaylas). Esta alineación se sigue por mas de 150 Km de largo y esta conformada por fallas aparentemente normales, que tienen longitudes comprendidas entre 2 a 6 Km. Dichas fallas poseen fuertes buzamientos hacia el SW y afectan por lo general al material morrénico depositado por los glaciares cuaternarios; ellas se siguen también en el intrusivo o en el volcánico oligo-mioceno.

Dentro del “Estudio Tectónico de las Fallas de la Cordillera Blanca”, se indica que las fallas del flanco oeste de la Cordillera Blanca se observan de manera casi continua sobre las fotografías aéreas, de igual manera sobre el terreno, ellas presentan generalmente escarpaduras morfológicas. Estas observaciones, ligadas al hecho de que los terrenos afectados corresponden a depósitos glaciares del cuaternario, confiere a estas fallas un carácter reciente.

Generalmente, los terrenos afectados pueden ser tanto las morrenas de la Glaciación G2, como también los depósitos fluvio glaciares del estadio antiguo de la Glacialación G1a entonces un movimiento de las fallas más reciente que 30,000 años.

Además, en varios puntos, como por ejemplo cerca de la laguna Querococha, algunas fallas afectan los depósitos del estadio reciente de la ultima Glaciación G1, son entonces

posteriores a los 10,000 años aproximadamente. Por lo tanto, dichas fallas son activas, pese a que ninguna reactivación histórica está documentada.

Lamentablemente, la ausencia de fechamientos radiométricos prohíbe determinar en forma precisa la última reactivación de las fallas mas recientes. Igualmente, resulta sumamente difícil evaluar el período de retorno de dichas reactivaciones. Por lo tanto, resulta imposible, en la fecha, evaluar en forma precisa los riesgos sismo tectónicos para la zona de la Cordillera Blanca.

Título: Registro de Micro desplazamiento de la escarpa de falla de la Cordillera Blanca”.

Fecha: Praha, 2002

Publicación: Revista GEODINAMICS – Instituto de Mecánica y Estructuras de Rocas. Academia de Ciencias de la República Checa.

Autores: Kostac, Vilimek, Zapata.

Archivo: UGRH-INRENA: Huaraz.

Contenido: El artículo resume que un control cualitativo de los movimientos de la escarpa tectónica de la Cordillera Blanca ha sido realizado usando técnicas de instrumentación que incluyen registros de desviaciones angulares relativas. Se trata de un instrumento instalado en forma permanente dentro de la zona de falla que corta una morrena, que permite registrar micro desplazamientos en las tres direcciones.

Luego de tres años, las medicaciones representan un periodo de introducción de las observaciones, en las cuales las fechas de los movimientos fueron relacionadas con pequeños valores de desplazamiento relativos.

Un mayor desplazamiento irreversible no excede de los 0.6mm y fue inducido por un temblor lejano. El efecto es confiable para el registro de fenómenos en áreas de actividad sísmica. Los valores registrados son de menor magnitud y podrían ser comparables con un levantamiento regional. La observación del lugar puede ser evaluada como de una buena estabilidad.

El punto de observación está localizado en el área de Pitec, aproximadamente a 10 Km. hacia el Este de la ciudad de Huaraz, en el lado derecho del valle de Churup.

Título: "Fallas Activas y sus implicaciones en la Ingeniería".

Fecha: Agosto 1980.

Autor: Luis González de Vallejo.

Publicación: Boletín de la Sociedad Geológica del Perú – N° 65

Archivo: Sociedad Geológica del Perú.

Contenido: El "Resumen" del artículo dice: En la presente comunicación, se clasifican las fallas en relación con su actividad y la Sismicidad, que puede o no acompañarles, haciendo especial hincapié en los efectos que, debido a las modificaciones tanto de carácter estático como dinámico pudieran originar alteraciones en el comportamiento geotécnico del terreno, con las consiguientes implicaciones ingenieriles. Se discuten así mismo los métodos de investigación de fallas activas, fundamentalmente basados en profundos estudios geológicos con cartografía, estratigrafía y geomorfología y, en casos más concretos, con estudios volcanólogos, geotérmicos y sismológicos, con localización de epi e hipocentros, investigación histórica, estudio de mecanismos focales, etc. Finalmente, se establecen las conclusiones oportunas que se derivan del análisis de los distintos fenómenos antes mencionados.

Introducción: Las fallas son accidentes tectónicos de gran importancia en la ingeniería práctica por que pueden causar problemas que, en ocasiones, determinan la exclusión de un emplazamiento por razones de seguridad, o condicionan la viabilidad de un proyecto por

razones técnicas y/o económicas. De acuerdo con Bonilla (1970) estos problemas pueden ser de tres tipos:

- Daños o destrucción de las estructuras construidas sobre fallas.
- Generación de terremotos a lo largo de las mismas.
- Cambios en las propiedades geotécnicas del terreno, disminuyendo su resistencia, modificando su permeabilidad, poniendo en contacto formaciones litológicas diferentes y activando la erosión diferencial.

Sin embargo, no todos estos problemas se presentan simultáneamente en cualquier tipo de fallas, por lo que el proyectista necesitará conocer que problemas ocasionarán la presencia de una falla en su obra. A estos fines se pueden dividir la falla en activas y no activas.

El concepto básico de falla activa, desde el punto de vista ingenieril, es el siguiente: Falla activa es aquella que se ha movido en el pasado geológico reciente y que puede moverse en el próximo futuro. Por pasado geológico reciente se entiende al Holoceno (últimos 10,000 años) y por próximo futuro a la vida de la estructura en el proyecto, o periodo de retorno en años que se elija para el riesgo contra el que se diseña.

Este concepto suele adaptarse a las condiciones del tipo de proyecto. Así, para grandes presas, Cluff and Brogan (1974) consideran que el próximo futuro es la vida operativa de la presa. Sin embargo, en el caso de una central eléctrica nuclear, las grandes exigencias que requieren estas obras en materia de seguridad, ha hecho que se acepten las recomendaciones de la USNRC (1975) y las de la Agencia Internacional de Energía Atómica quienes han propuesto el término de falla capaz- semejante al de una falla activa- cuya definición abreviada es la siguiente: Falla capaz es aquella falla que ha presentado deformación tectónica en los últimos 500,000 años, o cualquier otra falla en relación estructural con la primera, o con macrosismicidad asociada.

En el cuadro 1, se presenta un diagrama esquemático de los distintos tipos de fallas y sus efectos. Las fallas activas se pueden dividir en sísmicas y asísmicas. Las sísmicas se diferencian de las asísmicas por presentar las primeras macrosismicidad asociada. En las sísmicas, el desplazamiento será relativamente transitorio, del orden de 10 a 100 cm/sg a lo largo de periodos de, a lo mas, varias decenas de segundos, e intervalos de decenas o miles de años (Brune 1970). En las asísmicas, las deformaciones tendrían lugar dentro de un rango del orden de 0.1 a 10 cm/año. En la figura 1 se presenta una relación entre las velocidades del desplazamiento de fallas y la potencia disipada, pudiendo existir una distribución bimodal de frecuencias para las deformaciones y, por consiguiente tipos de fallas intermedias (Sibson, 1977).

Efectos de las Fallas Activas: Al generarse terremotos en las fallas, se producen desplazamientos diferenciales del terreno con rotura del mismo, ocasionando saltos, torsiones e inclinaciones en superficie; sin embargo, en las fallas asísmicas se pueden producir deformaciones por creep, o lento y progresivo desplazamiento a través de la superficie de la falla que, en California, es del orden de 0.3 a 0.8 cm/año. Este tipo de deformaciones lentas no suelen estar acompañadas de macrosismicidad, aunque en la actualidad sé este revisando este concepto.

Como consecuencia del movimiento vibratorio transmitido al terreno se puede producir importantes alteraciones en su comportamiento geotécnico. Típico ejemplo lo constituye la licuefacción; pero no solo se puede producir modificaciones de tipo dinámico sino también estático, tal y como se indicó al principio de este artículo.

Las implicaciones que puede ocasionar la presencia de una falla activa han sido esquematizadas en el Cuadro 1. En función del tipo de obra, de la legislación y normativas a aplicar, es posible que un emplazamiento sea excluido por el hecho de existir una falla activa sobre el mismo. En este caso, es común que sé relocalice el emplazamiento y se elija otro situado a una distancia fuera del control de la falla activa.

Esta distancia ha sido sugerida por USNRC (1975) para centrales nucleares y su significado se discute mas adelante.

Si por el contrario, se autorizara el emplazamiento, o, lo que a veces ocurre, se descubre la presencia de una falla activa durante una etapa avanzada del proyecto, además de realizar el diseño antisísmico, se deberán proyectar de forma especial las estructuras que sean afectadas por la falla activa, de forma de que resistan las deformaciones del terreno debidas al movimiento vibratorio y desplazamientos diferenciales.

Para el diseño sismoresistente y para el proyecto de las estructuras potencialmente afectadas por una falla activa, es de gran interés conocer las relaciones existentes entre la magnitud de un terremoto dado y el máximo salto, desplazamiento y zona de fracturación debidas al movimiento de la falla activa en consideración. Por el momento, no se dispone de expresiones de aplicación general que permitan calcular rigurosamente alguno de los mencionados parámetros. Sin embargo, se han realizado varios trabajos en este sentido entre los que destacan los de Bonilla (1970) quien ha empleado datos procedentes en su mayoría de Norte América.

En la Figura 2 se muestra la relación entre el salto máximo de una falla principal y la magnitud del terremoto asociado. A pesar de existir bastante dispersión en los datos tratados, se han ajustado tres líneas exclusivamente a efectos orientativos:

$$\text{Log } D = 0.57 M = 3.39 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Log } D = 0.57 M = 2.67 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Log } D = 0.57 M = 4.11 \dots\dots\dots (3)$$

En donde la expresión (1) representa la línea A, la (2) la línea B y la (3) la línea C de la citada Fig. 2, siendo D el salto en pies y M la magnitud Richter.

Analógicamente, en la Fig. 3 se presenta la relación entre la longitud de una falla y la magnitud del terremoto asociado, habiéndose trazado igualmente una línea con fines orientativos.

En la Fig. 4 se muestra la variación del salto en función de la longitud, cuya línea de ajuste toma la siguiente expresión:

$$\text{Log } D = 0.86 \log L - 0.46 \dots\dots\dots (4)$$

En donde L es la longitud en millas y D el salto en pies.

Se han dedicado varios trabajos a intentar obtener relaciones entre el producto de la longitud por el salto y la magnitud. Entre ellos destaca el de King y Knopoff (1968), quienes usando datos globales han propuesto la siguiente expresión:

$$\text{Log } L D^2 = 1.90 M - 2.65 \dots\dots\dots (5)$$

Con respecto a las relaciones entre la zona de fracturación de una falla y la magnitud de un terremoto, la Fig. 5 puede servir de ejemplo de acuerdo con datos de Bonilla (1970).

Hay que destacar el carácter empírico de las relaciones anteriormente citadas y, por tanto, sus limitaciones a la hora de aplicarlas a algún caso concreto. Estas limitaciones residen principalmente en el número insuficiente de datos analizados y en la precedencia de los mismos, por lo que se recomienda no usarlos mas que como guía orientativa. Por otro lado, con la incorporación de información adicional, dichas relaciones serán revisadas y modificadas en el futuro.

Reconocimiento de Fallas Activas: El reconocimiento e investigación de las fallas activas requiere de precisos y completos estudios geológicos y sismológicos, además de prospecciones e instrumentación, no siendo objeto de este trabajo entrar en detalle de los mismos sino mencionar y concretar alguno de los más significativos.

En general, cualquier investigación suele ir precedida de una exhaustiva recopilación y análisis de toda la información relevante tanto geológica como sísmológica.

Centrando la atención en los estudios locales, éstos comprenden, en primer lugar, la investigación geológica detallada del área; cartografía, estratigrafía, tectónica y geomorfología. En casos concretos, volcanología y geotermia.

En esta fase es de gran utilidad el análisis de fotos aéreas, tanto en color como en blanco y negro. Las observaciones de imágenes de satélite, las fotos tomadas con bajo ángulo solar y las de infrarrojo, pueden ser particularmente útiles.

Igualmente, el estudio de alineaciones morfológicas e hidrográficas son especialmente importantes. Estas investigaciones suelen ir acompañadas por zanjas, trincheras y sondeos, aunque éstas suelen realizarse en fases más avanzadas.

Las prospecciones geofísicas, concretamente métodos de sísmica por refracción y por reflexión de alta resolución, pueden ser muy aconsejables.

Las técnicas geocronológicas más empleadas son las radiométricas, las paleontológicas, las paleomagnéticas y las palinológicas.

Paralelamente, se deben llevar a cabo estudios sísmológicos, entre los que destacan la localización de epicentros e hipocentros, la investigación histórica y arqueológica de terremotos, y los estudios de mecanismos focales.

De forma menos generalizada y en casos concretos, se puede investigar la deformación horizontal y vertical por medios geodésicos, extensometría e inclinómetros.

La instrumentación de fallas y la microsísmica son técnicas que pueden ser muy útiles para controlar sismos de $M < 3.0$ y para identificar actividad en fallas de compleja caracterización.

Conclusiones: Las consecuencias que pueden derivarse de la presencia de fallas activas sobre un emplazamiento pueden significar desde la exclusión del mismo y la relocalización a otro lugar, situado fuera del control de la falla activa, hasta el diseño de las estructuras afectadas por la falla, tanto antisísmicamente como resistentemente ante los esfuerzos debidos a las posibles roturas superficiales del terreno.

Es primordial investigar la presencia de fallas activas antes de elegir un emplazamiento, especialmente cuando la índole de los proyectos así lo justifique: centrales nucleares, grandes presas, escuelas y hospitales, etc.

El estudio de las fallas activas es fundamental para la sismotectónica e ingeniería sísmica y por tanto, para la planificación y ordenación territorial, industrial y urbana.

Se considera necesario llevar a cabo en cada región sismotectónica estudios de las relaciones entre Sismicidad y fallas, registrando toda la información posible acerca del salto, longitud y anchura del fallamiento, tipo de falla y terremotos asociados a la misma.

3.3. GEOLOGIA LOCAL

3.3.1. EVOLUCION GEOMORFOLOGICA DEL AREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA CIUDAD DE HUARAZ.

La interpretación del relieve del área donde se ubica la ciudad de Huaraz induce a ensayar alguna hipótesis sobre su evolución geomorfológica, asumiéndose, como premisa, que fue la intensa actividad glacial habida en el pasado (y que continua en el presente) la que ha jugado un papel determinante en el modelado original (basamento rocoso), así como en el relieve superficial (material de relleno).

Se debe tener presente que en el tiempo geológico los fenómenos geológicos climáticos que marcan la evolución del relieve, son dependientes unos de otros y se dan en forma secuencial y/o muchas veces en forma simultánea y también reiterativa. Esto significa, por ejemplo, que un aluvionamiento importante puede dar lugar a la erosión inicial del área por donde se desplaza, para inmediatamente después depositar importantes volúmenes de material, que alteran el relieve original. En muchos otros casos, dan lugar a represamientos de cursos de agua con la formación de embalses naturales (lagunas glaciares) que prontamente se convierten en cubetas de almacenamiento de sedimentos.

Si por interpretación geomorfológica se puede afirmar que en el área de Huaraz se han producido varios aluvionamientos como consecuencia de la intensa deglaciación, es probable, entonces, que como producto de estos fenómenos se haya originado importantes erosiones del basamento rocoso, así como la formación de una cubeta que recepcionó materiales arrastrados, sea en forma violenta (otros aluviones), sea de manera tranquila, arrastrando sedimentos finos por el río Santa y por flujos provenientes de su perímetro.

Hacia los lados, sur, este y oeste de la ciudad (Sector Sur), están claramente definidos los límites de esta cubeta, mas no hacia el lado norte, pudiéndose explicar que en este lugar hubo una mayor erosión por la tendencia natural de los aluvionamientos (y en general de todo curso de agua) de dirigirse en dirección norte.

La interpretación del relieve del basamento, vía los perfiles que se muestran en el Plano de "Profundidades del Basamento Rcoso" (Nº PBR-01), ayudan a confirmar la existencia de una cubeta en el área de la ciudad de Huaraz.

3.3.2 ROCA DE BASAMENTO:

No se tiene información de perforaciones, con recuperación de testigos, que hayan llegado hasta el basamento donde se emplaza la ciudad de Huaraz, para definir con propiedad el tipo de roca que lo conforma y que constituye el soporte natural a la importante acumulación de material de relleno que existe; teniéndose sí información de la profundidad a que se encuentra (Plano N° PBR-01), mostrándose un relieve uniforme con tendencia a una mayor profundidad a lo largo del curso del río Quilcay.

Este hecho confirma la premisa anteriormente expuesta, en el sentido que a lo largo de este río Quilcay se haya producido una mayor erosión del basamento por el paso de varios aluviones.

Igualmente, por la misma interpretación de las curvas de isoprofundidades que se deducirse que corresponde, también, a un cauce aluvional antiguo, luego encubierto con deposición de material de relleno.

Para el lado norte de la ciudad, área de Independencia, pasando el río Quilcay, no se conoce de investigaciones que indiquen la profundidad del basamento, pero por la interpretación geomorfológica arriba descrita, se deduce que este basamento, con probabilidad, está a una profundidad mayor que los 100 m.

La interpretación del mapa Litológico (PL-01) nos hace deducir que es roca volcánica el basamento del área de la ciudad de Huaraz; esto es, desde Tacllan por el sur hasta Vichay por el norte; y, como ya se ha descrito, corresponden a derrames lávicos, tobas, andesitas, rioliras, de resistencia generalmente media.

Desde Vichay hasta Monterrey (y pasando), el basamento podría corresponder a rocas sedimentarias, constituidas por una alternancia de calizas, areniscas, cuarcitas y lutitas.

3.3.3. MATERIAL DE COBERTURA:

Hay una importante acumulación de material de relleno en todo lo que es el emplazamiento de la ciudad de Huaraz, con los mayores espesores, que llegan hasta los 120 m, en la zona del "aluvión", conforme se interpreta de las curvas de isoprofundidades del Plano N° PBR-01. Igualmente, lo es en la parte inferior de la Avenida Villón en la llegada hacia el cauce del río Santa.

Por el contrario, los menores espesores se dan hacia los lados sur y este de la ciudad, a medida que se acerca a los emplazamientos de las rocas en superficie.

Para el lado norte, distrito de Independencia, con probabilidad, los espesores del material de relleno serán mayores que los 100 m.

En cuanto al tipo de material de relleno, no se conoce de perforaciones profundas que se hayan trabajado para este propósito, sin embargo, por la interpretación geomorfológica ya descrita, se deduce que el suelo de Huaraz es complejo, conformado por horizontes limo-arenosos, limo-arcillosos, arenosos, aluvionales, fluvio-glaciares y aluviales, relacionados con su origen.

Las numerosas investigaciones de suelos hechas con fines de cimentación de edificaciones no han ido más allá de los 5 a 7 m (mayormente no más de los 3m.), mostrando solamente de 2 a 3 horizontes estratigráficos superiores.

Es preciso recordar que dentro de los estudios que se hicieron para la reconstrucción de la ciudad de Huaraz luego del sismo de 1,970, se excavó una calicata de 11 m. de profundidad, ubicada en las inmediaciones de la Plaza de Armas, donde se mostraban amplios horizontes de suelo limo/arcillo/arenoso con dos horizontes aluvionales, que podrían relacionarse con igual número de aluviones que han pasado por el río Quilcay.

En cuanto a los horizontes superiores del material de relleno, hay una marcada diferencia entre el suelo que domina el sector sur (digamos desde la Av. Raymondí hacia el sur), donde esta constituido por limo arcillas y gravas (reflejo de material transportado en forma lenta a moderada), frente al suelo que domina el sector norte (de la Av. Raymondí hacia el norte), donde el suelo está constituido por bloques de roca de tamaño mediano a grande, consecuente del transporte violento, tipo aluvional.

Por otro lado, también es importante remarcar la presencia de suelos formados por el transporte del río Santa, que son de naturaleza gravo arenosos, emplazados en la margen derecha, conformando terrazas aluviales que ahora sirven de emplazamiento para una gran concentración poblacional, como es en la zona de Challhua, parte inferior de Huarupampa, parte inferior del Centenario, parte inferior de Palmira-Vichay.

Finalmente, también se precisa que dado el acelerado crecimiento poblacional, se están ocupando áreas cada vez mas alejadas de la "cubeta" de la gran ciudad, como son las laderas y lomadas en todo el perímetro, donde los suelos son básicamente de naturaleza gravo/limo/arcillosos.

3.4 .AGUAS SUBTERRANEAS

3.4.1 INTRODUCCION:

La investigación sobre la existencia de agua subterránea en el subsuelo de una ciudad es sumamente importante, toda vez que está demostrado que ésta tiene una relación directa entre la estabilidad de las edificaciones y la generación de un sismo, vía el fenómeno de “licuación”, que se da cuando hay suelos granulares sueltos, produciéndose el aumento de presiones de poro que reduce las fuerzas de contacto entre los granos del suelo, dando lugar a la licuación de los estratos.

Por otra parte, para niveles freáticos muy superficiales, el subsuelo puede sufrir daños considerables en su estructura, sea por asentamiento o amplificación sísmica. También se puede relacionar la profundidad del nivel freático y la capacidad portante de suelos finos, ya que a menor profundidad del nivel del agua menor será la capacidad portante del suelo.

Luego de producida la destrucción de la ciudad de Huaraz como consecuencia del sismo de mayo 70, hubo algunas apreciaciones técnicas que indicaban que en algunos lugares de la ciudad se produjo el “fenómeno de licuación de suelos”, aspecto que no fue plenamente verificado, pero que tampoco podría descartarse si no se han hecho las investigaciones apropiadas, máxime en un suelo que, como se ha indicado, es complejo.

Por cierto, que hay que diferenciar el sector sur de la ciudad, donde podría haber alguna probabilidad de “licuación”, frente al sector norte, donde es mucho menos probable.

3.4.2. ORIGEN Y CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LAS AGUAS:

Hasta antes del sismo de 1970, eran tradicionales los “manantiales” existentes en la ciudad de Huaraz (Sector Sur), que servían mayormente para el consumo humano frente al poco suministro de agua potable en esa época.

Luego de producido el sismo, algunos de estos manantiales desaparecieron, debido, probablemente, al cambio de curso de las aguas subterráneas por reacomodo del suelo. A la fecha, estos manantiales han desaparecidos en la zona central de la Ciudad, existiendo parcialmente en la parte inferior de la ciudad hacia el lado de la margen derecha del río Santa, cruce con el río Seco, donde afloran por diferencia topográfica, con tendencia a desaparecer, considerando los rellenos acelerados que se ejecutan en la fecha, específicamente los A.H. 8 de Marzo y A.H. Río Santa.

Es importante conocer los estudios hidrogeológicos realizados, todos ellos después del sismo del 70, para definir las características de la napa freática superficial en el área de Huaraz, sector Sur, conociéndose:

- “Estudio Geológico-CRYRZA-Sub-Comisión Técnica –Noviembre 1970

- “Estudio Hidrogeológico de la Ciudad de Huaraz” (Servicio de Geología y Minería), para CRYRZA. Dic. 1,970.
- “Estudio de Suelos para Cimentación y Pavimentos”. LAGESA, para CRYRZA, Mayo, 1972.
- “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de Huaraz”. Tesis de Grado de Edwin Ordóñez Huamán. 1,984.
- “Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz: Sector Sur”. Tesis de Grado de Cesar González Obregón. 1,994.
- “Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz: Zona Norte”. Tesis de Grado de Mayelo Salazar Celestino. 1,994

Todos estos estudios concuerdan en que el origen de las aguas subterráneas se da hacia el lado este de la ciudad de Huaraz, en las quebrada Bellavista, continuando con el cauce “Tajamar”, que corre en dirección Sur-Norte para luego flexionar en dirección NW, perdiéndose en el sector del Barrio San Francisco (parte alta del Colegio La Libertad). Estos cursos son de carácter temporal que colectan y conducen las aguas de precipitación pluvial que se desplazan por la ladera occidental del Cerro Rataquenua. Igualmente, una fuente de alimentación continua son los excedentes de agua de la planta de tratamiento de agua potable que diariamente se vierten a estos cursos naturales.

Por interpretación geomorfológica, es posible deducir que el curso del canal “Tajamar” en épocas pasadas y cuando los caudales de agua que transportaba eran permanentes, haya llegado hasta el cauce del río Quilcay (por su margen izquierda), siendo luego interrumpido por disminución de caudales y por los aluvionamientos que han discurrido por el río Quilcay.

Los estudios antes referidos (particularmente el de 1,970), indican que sobre la base del ploteo de 15 manantiales de agua y excavación de calicatas se pudo determinar el nivel freático. Los filetes de esta napa indican la procedencia y el sentido de desplazamiento del caudal subterráneo; teniendo, los filetes, una dirección S-E y N-E en su extremo medio superior, variando esta dirección en su parte inferior de E a W.

3.4.3 NAPA FREÁTICA SUPERFICIAL:

En relación con la forma, se indica que la napa freática es libre, a filetes convergentes, con un ancho conocido de 800 m. (entre el Estadio Rosas Pampa y la Av. Villón) y es drenada al río Santa.

La potencia total de la napa no es aun conocida al no haberse efectuado perforaciones que hayan alcanzado el basamento. Se deduce que no existe napa en recarga y que el acuífero es de muy poca permeabilidad.

En relación con el gradiente hidráulico, se indica que presenta valores elevados por tener relación con la topografía, estimándose en, $i = 42/1000$ para el segmento entre la Plazuela la Soledad y la Plaza de Armas y de $i = 34/1000$, entre la Plaza de Armas y el extremo oeste de Huarupampa (río Santa).

Los análisis químicos realizados en las muestras tomadas en 8 de los 31 manantiales (Dic. 70) dieron los resultados siguientes:

La Temperatura del agua para los diferentes manantiales varía entre 17°C y 19°C.

Las características físicas indican que el agua es incolora, transparente y de gusto agradable.

La dureza varía entre 4.51 y 19.3 grados alemanes.

El PH indica que la concentración de iones hidrógeno prácticamente es uniforme para todos los manantiales, variando de 6.2 a 6.5

Con relación a la composición química, los análisis indican una calidad óptima del agua, con un residuo seco que varía entre 456 a 1238 mg/lt.

Como resultado de la ejecución de 24 calicatas en diferentes puntos de la ciudad, se llegó a determinar la naturaleza del subsuelo en sus primeros metros, así como la presencia de la napa freática en muchos de ellos, permitiendo hacerse una zonificación en función de la profundidad del nivel freático: (Microzonificación Sísmica Ciudad de Huaraz-Teis Armas-1972)

Zona A: (Barrios Centenario y Patay), donde se efectuaron 7 calicatas con una mayor profundidad de 7.5 m.. Solo en una excavación se encontró la napa freática a los 2.5 m.

La profundidad de la mesa de agua y la compacidad del suelo confieren a esta zona buena estabilidad y sin problemas para las fundaciones, considerándose como la mejor zona de la ciudad de Huaraz.

Zona B: (Barrios San Francisco, Belén y Huarupampa): Limita con zonas donde el nivel freático aflora en diferentes puntos. Al igual que en la Zona A, el perfil muestra horizontes de materiales compactos. El nivel del agua subterránea se encuentra a cierta profundidad. Por su posición próxima a zonas de afloramiento de napa, esta superficie presentaría cierto problema a las fundaciones, clasificándose por ello como "Zona intermedia".

Zona C: (Barrios La Soledad – San Francisco): caracterizada por el afloramiento de muchos manantiales y en general la napa freática se encuentra a poca profundidad, presentando

serios problemas para las futuras fundaciones. Esto convierte a esta zona en la de peores condiciones, no ofreciendo garantías de estabilidad por encontrarse saturada por la napa.

Zona D: (Barrios Pedregal y parte de Belén), poco es lo que se conoce de estos tramos, pero por una perforación hecha hasta los 17 m. de profundidad y que no se encontró la napa, se deduce que el nivel freático discurre a buena profundidad, razón por la que puede considerarse como una “Zona buena”.

3.4.4 INCIDENCIA HISTORICA EN LAS EDIFICACIONES-NIVEL FREATICO: SISMO 31.5.70:

Como se ha comentado, no hay criterios técnicos uniformes para calificar si verdaderamente la napa freática superficial tuvo una incidencia directa en la destrucción de la ciudad (Sector Sur) con el sismo de mayo, 70.

El informe del INGEOMIN (Dic. 1,970) al hacer la zonificación de áreas en función de la profundidad de la napa freática, establece que la “Zona C” (Barrios la Soledad y San Francisco), siendo la “peor” por tener muchos manantiales y la napa freática a poca profundidad, las vibraciones producidas por el sismo del 70 provocaron el asentamiento de las bases de muchas construcciones y los efectos mas devastadores del referido sismo se registraron precisamente en esta zona.

El informe de LAGESA (1,972), al referirse a la incidencia de la napa freática en la destrucción de las edificaciones por el sismo de mayo 1970, comenta “que las ondas sísmicas que producen vibraciones en la superficie terrestre son ondas transversales de corte, las cuales no pueden ser transmitidas por fluidos. El agua cercana a la superficie, es un elemento nocivo únicamente cuando se encuentra acompañada de suelos granulares sueltos, ya que en estos casos se produce un fenómeno de aumento de presiones de poro que reduce las fuerzas de contacto entre los granos del suelo, dando lugar a la licuefacción de estos estratos. En el caso específico de la zona urbana de Huaraz, no existe ningún caso de licuación de suelos granulares que haya sido observado y reportado; y, consecuentemente, no parece que la napa freática haya sido un elemento nocivo para la estabilidad de edificaciones durante el sismo de Mayo,70.

3.4.5 SITUACION NAPA FREATICA HASTA 1994-COMENTARIO

La información técnica última que se tiene sobre la napa freática superficial en la ciudad de Huaraz, es la contenida en el trabajo de tesis titulado: "Microzonificación Sísmica de la ciudad de Huaraz: Sector Sur", de donde se ha extraído lo siguiente:

"Se pretende evaluar las condiciones hidrogeológicas del subsuelo de la ciudad de Huaraz, principalmente las características de la napa freática, el origen de éstas, su profundidad de discurrimiento, la variación de los niveles freáticos, como el sentido de su desplazamiento, para conocer mejor el comportamiento del subsuelo ante un evento sísmico y el posible peligro que pueda presentar éste. Para niveles freáticos muy superficiales, el subsuelo puede sufrir daños considerables en su estructura, siendo las principales características los asentamientos, los fenómenos de licuación, amplificación sísmica y otras más. También se puede afirmar que existe una relación directa entre profundidad del nivel freático y capacidad portante para suelos finos, ya que a menor profundidad del nivel freático menor será la capacidad portante del suelo.

Las Investigaciones desde el punto de vista Hidrogeológico consistieron en hacer un inventario general de los afloramientos de agua en la zona de estudio, control de 20 calicatas ejecutadas en diferentes puntos de la ciudad de Huaraz: Sector Sur, con la finalidad de conocer el tipo de acuífero y la profundidad del nivel freático; control de 5 ensayos de sondajes (SPT) ejecutados en suelos finos y en donde existen niveles freáticos altos; y monitoreo de la variación de niveles freáticos, mediante la instalación de piezómetros en diversos puntos de la ciudad.

En campo, se determinó una napa freática que discurre en un acuífero poco permeable, formado por deposiciones fluvio-aluvionales, lo que presenta niveles de arcilla de color oscuro (descomposición de vegetales), color rojizo amarillento, así como un potente horizonte de rodados de gran diámetro.

En relación con las características de la napa freática, se indica que el desplazamiento del caudal subterráneo es complejo, pero se puede generalizar con un desplazamiento en dirección SE-NE en su extremo medio superior, variando en su parte inferior de E a W.

La napa es alimentada por filtraciones procedentes de las quebradas Bellavista y Rataquenua, como por el cauce del canal Tajamar, que se desplaza entre la planta de tratamiento de agua potable y el río Quilcay. La potencia total de la napa no es conocida.

En la parte inferior de la ciudad, entre el puente San Gerónimo y la Av. Villón, la napa se manifiesta en forma de una serie de manantiales emplazados en el borde derecho del río Santa.

Se verificaron 15 afloramientos de agua, los que se muestran en el Plano: Niveles Freáticos Superficiales” (PNF-01), con caudales comprendidos entre 0.5 y 2.0 l/seg., que afloran debido a condiciones favorables del acuífero y a diferencias topográficas.

Se refiere que hubo un período de tiempo donde se instalaron piezómetros, con la finalidad de evaluar periódicamente la variación del nivel freático en las diferentes estaciones del año y para diferentes estaciones de medición. Instalación que se hizo donde los niveles freáticos eran muy altos.

El muestreo realizado en un lapso mayor a un año y para dos lugares mas representativos, indica que para la Plazuela Belén hubo una variación considerable del nivel freático, registrándose lecturas mas bajas a la profundidad de 1.90 m. (18/03/92) y la lectura mas alta a la profundidad de 0.65 m (18/02/94). La variación entre ambas lecturas fue del orden de 1.25 m., muy importante, a tenerse en cuenta para las futuras cimentaciones en las zonas circundantes a este piezómetro.

Con relación al piezómetro ubicado en el Parque FAP, también hay una variación considerable en las mediciones, entre 1.40 m. (18/03/93) y 0.80 m. (13/03/93).

Se concluye que las zonas colindantes a estos piezómetros presentan condiciones de suelo parecidas y que pueden ser propicias para la amplificación sísmica por presentar niveles freáticos muy altos y por estar conformados por suelo fino y blando, de pésima calidad.

Sobre la base de las investigaciones efectuadas, se ha determinado áreas en función a la profundidad del nivel freático; así, Zona 1, corresponde a profundidades del nivel freático menores a 1.50 m. y donde existe afloramiento de agua; y la Zona B, corresponde a profundidades de niveles freáticos entre los 1.50 y 3.00 m. Esta delimitación se muestra en el Plano: Niveles Freáticos Superficiales- Años 1,972-1993” (PNF-01).

3.5 SISMICIDAD

3.5.1.ANTECEDENTES: La particular ubicación del territorio peruano dentro del contexto geotectónico mundial (“Cinturón de Fuego Circunpacífico”), le confiere una alta actividad sísmica, traducida en los innumerables eventos catastróficos que se ha dado en su historia y con probabilidades de generación de otros en el futuro.

El movimiento tectónico de la placa Oceánica bajo la placa Continental genera la actividad sísmica en el sector occidental de la Cordillera de los Andes, una zona marcadamente sísmica, siendo el sismo del 31 de Mayo de 1,970 el evento catastrófico mas devastador en la historia moderna del país.

La región centro norte del territorio, donde se encuentra la ciudad de Huaraz, se efectuaron investigaciones para evaluar la sismicidad y el riesgo sísmico de la ciudad de Huaraz, entre otras: CRYRZA-SUBCOMISION TECNICA-Armas 1972; Ordoñez A., 1984; Arévalo E., 1,984, para predecir probabilísticamente las posibles aceleraciones, velocidades y desplazamientos máximos que podrían ocurrir en un determinado lugar y en un intervalo de tiempo; contribuyendo, de esta manera, en la implementación de medidas de protección y prevención sísmica para la ciudad de Huaraz.

La Tesis titulada: "Microzonificación Sísmica de la ciudad de Huaraz: Sector Sur, de Cesar González Obregón (1,994), representa uno de los trabajos mas apropiados para este propósito, pues hace una revisión de los estudios anteriores, toma como base el Catálogo Sísmico elaborado por el Proyecto SISRA y actualizado por el CISMID en 1,989; evalúa la sismicidad histórica, los efectos sísmicos en el área, la sismotectónica regional, para finalmente proponer el riesgo sísmico para la ciudad de Huaraz.

Para el área de Huaraz y para la región del departamento de Ancash en general, la mayor actividad sísmica se concentra en el Océano Pacífico, en una línea paralela a la costa, a una distancia media de 80 Km, correspondiendo a la traza del contacto entre las placas tectónicas marina y continental. Ahí se da una gran concentración de sismos, apreciándose la subducción de la Placa de Nazca, aumentando la profundidad focal de los sismos hacia el continente, donde se producen a profundidades superficiales a intermedias y que podrían estar relacionadas a fallamientos activos.

3.5.2 SISMO DEL 31 MAYO DE 1,970: ORIGEN Y EFECTOS EN LA CIUDAD

El terremoto ocurrido en esta fecha tuvo una magnitud MS de 7.7 en la escala de Richter, se produjo a las 20h 23m 28.7s (3.23 p.m. hora local), frente a la costa norte del Perú y cuyos parámetros epicentrales, según el USGS fueron:

| | | |
|-------------|---|-----------------|
| Longitud | = | 9.176 S |
| Latitud | = | 78.823 W |
| Profundidad | = | 43 Km. |
| Magnitud | = | 6.6 MB – 7.8 Ms |
| Intensidad | = | VIII MMI |

Debido a su distancia epicentral, a Huaraz le correspondía una intensidad de VII MM, pero el centro urbano de la ciudad alcanzó una intensidad de VIII MM, debido a la amplificación sísmica causada por las condiciones locales del suelo, que según Martínez A. (1975-1976), puede atribuirse a la presencia del nivel freático muy superficial.

Este hecho también podría deberse al “rebote” que experimentaron las ondas sísmicas al encontrarse con el cuerpo granítico de la batolito de la Cordillera Blanca, dando lugar a un fenómeno de “reflexión de ondas” que contribuyeron a intensificar la actividad sísmica en la ciudad.

Según los estudios sismológicos efectuados por Lomnitz (1970), no se registraron cambios geofísicos en gran escala, debido a que la magnitud del sismo no llegó a un mayor valor.

En relación con estudios geológicos/estructurales (Plafker et al, 1971), se constató que la serie de fallas geológicas que existen en el valle del Santa no fueron reactivadas por este sismo de mayo,70.

3.5.3 HISTORIA SISMICA

Se puede resumir la historia sísmica de mayor incidencia en la Región.

A.- SISMOS HISTORICOS

Sismo del 14 de Febrero de 1619, a las 11:30 horas:

Terremoto que destruyó la ciudad de Trujillo, fue sentido hasta 200 Km. al norte y a más de 600 Km. al Surgen la Ciudad de Lima se le sintió como fuerte temblor que causó la salida de la gente de sus casas.

Sismo del 06 de Enero de 1725, a las 23:25 horas:

Terremoto que ocasionó diversos daños en la Ciudad de Trujillo; en los nevados de la cordillera Blanca originó la rotura de una launa glacial, la cual desbordó y arrasó un pueblo cercano a Yungay, muriendo 1500 personas; el sismo fue sentido en Lima.

Sismo del 28 de Octubre de 1746, a las 22.30 horas:

Terremoto que causó muchos daños y 1141 muertos en Lima; hubo Tsunami en el Callao, probable intensidad de X -MMI en Lima, fue sentido desde Guayaquil, marañón hasta el Cuzco y Tacna.

Sismo del 14 de Marzo de 1747, a las 13.30 horas:

Sismo destructor en Tauca, Conchucos, causó muertos y se registraron daños en Corongo.

Sismo del 14 de Octubre de 1791, a las 21.17 horas:

Fuerte temblor en la Villa de Pasco, acompañado de gran ruido, apreciándose una dirección NE-SO .

B.- SISMOS (VERIFICADOS INSTRUMENTALMENTE)

Sismo del 02 de Enero de 1902, a las 09:08 horas:

Fuerte y prolongado movimiento de tierra en Casma y Chimbote, donde causo alarma, se le sintió desde Paita hasta Lima.

Sismo del 04 de Marzo de 1904, a las 5:17 horas:

Fuerte movimiento sísmico en la ciudad de Lima (Intensidad aproximada: VIII MMI), fue sentido en Casma, Trujillo, Huanuco, Pisco y Ayacucho.

Sismo del 20 de Mayo de 1917, a las 23:45 horas:

Fuerte temblor en la ciudad de Trujillo, causó daños en edificios públicos, el sismo se sintió fuerte en Chimbote y Casma.

Sismo del 11 de Marzo de 1926, a las 6:20 horas:

Fuerte sismo en la ciudad de Lima, se produjo derrumbes en la ruta del ferrocarril Central.

Sismo del 19 de Enero de 1932, a las 21:33 horas:

Violento sismo que causó muchos daños en Trujillo y Lima. Se estima una intensidad de VII MMI en Lima.

Sismo del 05 de Marzo de 1935, a las 17:35 horas:

Fuerte sismo sentido en la Costa Peruana, entre las latitudes 5° y 11°, causó muchos daños en Trujillo, ligeros daños en Cutervo, Cajamarca, Chimbote y Casma; sentido en todas las poblaciones del Callejón de Huaylas hasta Chiquián, lo mismo que en Celendín, San Marcos y Pomabamba.

Sismo del 24 de Diciembre de 1937, a las 1:23 horas:

Terremoto en las vertientes orientales de la Cordillera Central; en el Valle de Chontabamba. Fueron 34 casas completamente destruidas, el movimiento sísmico fue sentido en San Ramón, La Merced, Pozuzo y Tarma.

Sismo del 24 de Mayo de 1940, a las 11:35 horas:

Terremoto de grado VIII MMI en Lima, fue sentido desde Guayaquil en el Norte y Arica en el Sur, hubo tsunami, causó 179 muertos y 3500 heridos, tuvo una intensidad de VI MMI en el Callejón de Huaylas.

Sismo del 10 de Noviembre de 1946, a las 12:53 horas:

Terremoto ocurrido en la provincia de Pallasca y Pomabamba, asociado a un visible caso de dislocación tectónica, causó 1396 víctimas, el movimiento sísmico tuvo un área de percepción de 450,000 Km². La región epicentral situada entre las coordenadas: 8.10° a 8.26° de Latitud Sur y 77.27° a 77.52° de longitud Oeste fue el escenario de grandes efectos destructores, en donde ocurrieron transformaciones topográficas y derrumbes en la parte alta del Pueblo de Quiches, donde se produjo una escarpa de falla de 10 Km. De longitud con rumbo promedio de N 42° W con buzamiento del plano de dislocación de

58°SW. Grandes derrumbes se produjeron en las quebradas de Pelagatos, Shuitococha, Llama y San Miguel, que ocasionaron represamientos. Se produjeron numerosos agrietamientos en el terreno cerca de Quiches, Maya, Huancabamba, Conchucos y Citabamba. su efecto en las construcciones fueron grandes, en el material de adobes y tapial de las edificaciones de Quiches, Sihuas, Maya y Conchucos.

Sismo del 23 de Junio de 1951, a las 20:37 horas:

Originado en el Océano frente a las Costas del Litoral Norte, causo una intensidad de V MMI en Pacasmayo: Sentido en Cajamarca y en todo el Callejón de Huaylas.

Sismo del 17 de Febrero de 1956, a las 20:37 horas:

Temblor sentido en todas las poblaciones de los Departamentos de la Libertad y Ancash, fue sentido con una intensidad de V MMI en la ciudad de Chimbote.

Sismo del 18 de Febrero de 1956, a las 12:49 horas:

Sismo destructor sentido en todo Callejón de Huaylas, causando daños en Carhuaz y los caseríos de Amashca, Shilla, Shipa y Hualcán.

Sismo del 18 de Abril de 1962, a las 14:15 horas:

Movimiento destructor que causó numerosos agrietamiento en las construcciones de adobe de la ciudad de Casma y deterioros en la Catedral de Huaraz y deslizamiento en el asiento minero de Quiruvilca.

Sismo del 17 de Setiembre de 1963, a las 00:05 horas:

Movimiento destructor prolongado y ruidoso sintiéndose a lo largo de la costa, entre Cañete y Trujillo, y en las poblaciones del Callejón de Huaylas.

Sismo del 24 de Setiembre de 1963, a las 11:30 horas:

Movimiento sísmico destructor en los pueblos de la Cordillera Negra, causo fuertes daños en los pueblos de Huayllacayán, Cajacay, Malvas, Cotaparaco, Cajamarquilla, Ocos, Raquia, Congas, Lipas, muchas averías en los canales de regadío. En Huaraz se produjeron daños en varias construcciones, con caídas de tejas y cornisas, destruyó

viviendas antiguas en el Puerto de Huarmey, algunas rajaduras en inmuebles antiguos del Norte de la ciudad de Lima, sentido con fuerte intensidad en Chimbote y Salaverry.

Sismo del 17 de Octubre de 1966, a las 16:41 horas:

Fue uno de los mas destructores ocurridos después del sismo de 1940. Fue destructor a lo largo de la franja litoral entre Lima y Supe. La intensidad máxima se estimo en VIII MMI. La aceleración producida en Lima fue de 0.4 seg.

Sismo del 31 de Mayo de 1970, a las 15:23 horas:

Fue uno de los mas catastróficos ocurridos en el Perú, murieron 50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000 según informe de CRYRZA(COMISION DE REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LA ZONA AFECTADA.)

Con la evaluación de daños que esta entidad realizó podemos tener una idea de la catástrofe:

- 60.00 viviendas necesitan reconstrucción.
- 38 poblaciones fueron afectadas, 15 quedaron con viviendas destruidas en más del 80%, el resto sufrió daños de consideración.
- En 18 ciudades con un total de 309,000 habitantes los alcantarillados quedaron destruidas.
- 6,730 aulas fueron destruidas.
- La capacidad de energía eléctrica de Ancash y la Libertad quedó reducida en un 10% por la serie de daños causados en la Central Hidroeléctrica de Huallanca.
- Quedaron dañadas las facilidades para irrigar 110 mil hectáreas.
- El 77% de los caminos de la Libertad y Ancash se interrumpieron así como el 40 % de los existentes en Chancay y Cajatambo.

Dentro de las características del sismo, se puede mencionar que en la zona de la costa cercana al epicentro, se produjeron fenómenos de licuefacción; deslizamientos de taludes de la Cordillera Blanca, y el gran aluvión que arrasó con la ciudad de Yungay al desprenderse la cornisa norte del Nevado Huascarán, arrastrando piedras, nieve y lodo.

En el Callejón de Huaylas los deslizamientos y escarpas fueron muchos, a la altura de Recuay se represó el río Santa. En la zona de la costa se agrieta el suelo con eyección de agua, arena y lodo, hasta una altura de un metro.

El sismo fue sentido desde Tumbes hasta Ica y desde la costa hasta Iquitos, produciéndose intensidades de IX en Casma y Chimbote y VIII en el Callejón de Huaylas.

Sismo del 04 de Mayo de 1971, a las 12:00 horas:

Violento sismo local que sacudió la provincia de Sihuas. Por los deslizamientos a consecuencia del sismo, en Chingalpo y en Quiches murieron 5 personas y 30 quedaron heridas. El sismo tuvo su origen en el mismo foco del terremoto de 1946. Es el último sismo significativo en el Perú y tubo una intensidad de VI a IX MMI y una magnitud de 6.6 en la ciudad de Lima, el sismo se sintió con grado IX y tubo una duración de 35 segundos ocasionando daños materiales.

De la cronología sísmica se deduce que la zona de estudio es altamente sísmica.

3.6- GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO

3.6.1- EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS

La recopilación de información existente ha permitido obtener características geomecánicas del suelo de cimentación hasta en una profundidad promedio de 3.0 m., en 34 calicatas, excavaciones ejecutadas en el período julio-noviembre del 2003 en zona que complementaron con las existentes de estudios anteriores, las 221 calicatas ejecutadas en 1972 por la EMPRESA DE LAGESA por encargo de CRYRZA las ejecutadas por CRYRZA-ARMAS-1970(24 calicatas)-Universidad Antunez de Mayolo-Tesis Grado-Microzonificación sísmica-1994(20 unidades) y del CISMID-UNI-1993, específicamente dos sondajes de SPT en la zona del Casco urbano Central, todos dentro del área de estudio; los cuales se encuentran dados en forma dispersa en diversos barrios tal como se presenta

en el **PLANO P-2**; de los cuales se cuenta con información genérica sobre su ubicación, la cual se presenta en el los **ANEXO I y II : REGISTROS DE EXCAVACIONES-CALICATAS-(INCLUYE PERFILES-NIVELES FREATICOS)**.

3.6.2- ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Los resultados obtenidos de los Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos para muestras de cada una de las 34 calicatas ejecutadas se presenta en los gráficos de ensayos granulométricos y cuadro resumen **ANEXOS III y IV : ENSAYOS GRANULOMETRICOS-CLASIFICACION DE SUELOS(PROPIEDADES FISICAS)**

3.6.3 .- MICROZONIFICACION GEOTÉCNICA-SUELOS DE LA CIUDAD DE HUARAZ

Con los resultados encontrados en los items anteriores es que se ha elaborado la microzonificación de los suelos característicos para el área de estudio que comprende la presencia de hasta 07 tipos de suelos en función de sus características geotécnicas; lo cual se presenta en el **PLANO Nº P-3**, de acuerdo a la descripción siguiente:

ZONA I -SUELO TIPO I

Corresponde al sector aluvional , que comprende básicamente la zona por donde discurre el río Quilcay, específicamente el área aproximada que abarcó el gran aluvión del 13 de diciembre de 1941, área de influencia de los ríos Parias y Auqui.

Esta compuesto por rocas de diversos tamaños, llegando a superar los 3.00 mts de diámetro, el cual esta rodeado de una matriz de grava mediana a grande con arena arcillosa-limosa, bien graduado, formando rellenos aluvionales .

El nivel freático superior a los 6 mts de profundidad, representando suelos de alta capacidad portante, superior a los 2.50 kgs/cm² , incrementandose en forma alta a mayor profundidad y de baja amplificación sísmica.,REPRESENTA EL MEJOR SUELO ADECUADO PARA ESTRUCTURAS ALTAS DEL PUNTO DE VISTA SISMICO, PERO POTENCIALMENTE VULNERABLE A ALUVIONES Y AVALANCHAS, esto lo podemos observar en el panel de vistas fotográficas del sector aluvional.

Comprende por la zona sur de Huaraz con la Av. Raimondi, hacia el norte ,parcialmente la Av. Centenario, Av. Manco Cápac, Av. Libertadores.

Zona II-SUELOS II

Se ubica en su mayor parte en la zona que corresponde al sector CENTENARIO, que corresponde a zona de suelos con alto contenido aluvional, restos de los generados en la zona del cono aluvional del río Quilcay. Suelos consolidados y compactos, de baja amplificación sísmica, como demostró los bajos daños en edificaciones y viviendas en el sismo de 31 de mayo de 1970.

Representa suelos conformados por fragmento angulosos o cantos rodados de diversos tamaños, que superan los 50 cms de diámetro, rodeado de una matriz de limo-arcillos arenoso.

Capacidad portante muy superior a los 2.00 kgs/cm²

Suelos consolidados con nivel freático bastante profundo.

Zona III-SUELOS III

Grava areno limosa bien graduada de origen aluvial y/o fluvial, de compacidad media sobre terrenos de pendiente variable entre 15° a 30° , con media a regular capacidad portante (1.00 Kg/cm² a 2.00 Kg/cm²),

El suelo se caracteriza por estar conformado por fragmentos angulosos a sub-angulosos (cantos rodados), de diversos tamaños, de baja plasticidad.

Nivel freático muy profundo y topografías variables y de pendiente.

En su mayor parte corresponde a suelos consolidados.

Zona IV-SUELO IV

Sector de suelos compuesto por capa de material de escombros (resto del sismo de 1970), luego sucesiva capas de arcilla limosa o arenas arcillosas medianamente consolidadas, nivel freático superior a los 2.50 mts, DEBE TENERSE PRESENTE QUE EL ACTUAL CONTROL DEL RIO TAJAMAR, factor influyente en la variación del nivel freático en la zona urbana antigua de la Ciudad de Huaraz ,ha generado la profundización del nivel freático, verificado en las calicatas ,C-11,C-10,C-4,C-3, ejecutado recientemente por INDECI (Noviembre 2003)

NO SE DESCARTA ANALIZAR EL EFECTO INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA.

ZONA V-SUELO TIPO V

Zona cercana a la ribera del río Santa, en su encuentro con llegada del río Quilcay y parcialmente la Av. 27 de Noviembre y la Av. Confraternidad Oeste.

Corresponde a suelos del tipo fluvial. conformado por gravas de canto rodado con matriz de suelo arenoso con ligero % de limos, que conforman terrazas fluviales de reciente formación, muchos de ellos formado después del sismo del 31 de mayo de 1970.

De baja plasticidad, que determina posibilidades de sufrir asentamientos significativos y amplificación sísmica, especialmente los rellenos formulados posterior al SISMO DE 1970. Téngase presente que en evaluaciones realizadas antes de 1995, existía afloramiento de agua superficial, especialmente en la zona del sector HUARUPAMPA, LOS RELLENOS HAN PROFUNDIZADO EL NIVEL FREÁTICO (VER CALICATA C-9-RESTAURACION.) La capacidad portante varía entre 1.00 a 1.5 kgs/cm², DEBIENDO TENER PRESENTE EN CONSTRUCCIONES ALTAS EL EFECTO INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA.

En la fecha en esta zona se presenta la formación de diversas urbanizaciones, con edificaciones que varían entre 2 a 4 pisos, no habiéndose previamente formulado un ordenamiento urbano, sus calle estrechas lo demuestra.

ZONA VI-SUELO VI

SUELO DE CARACTERISTICAS FISICAS SIMILARES A SUELO II, pero representado por rellenos – terrenos de suelos fluviales, cantos rodados con matriz de reciente/o en proceso de formación, consecuencia del proceso urbano desordenado, básicamente invasiones, como representa los A.H. 8 de Marzo(cerca al cruce del Río Seco y Río Santa, y A.H. Río Santa).

Suelos no plásticos, pero con un gran potencial de asentamiento y amplificaciones sísmicas altas.

En cierta forma suelos de reciente formación.

Zona VII-Suelo VII

Representa suelos de condiciones bastantes desfavorables, compuesto por ligera capa de material de relleno, luego sucesiva capas de arcilla limosa o arenas arcillosas poco consolidadas, saturadas a poca profundidad, nivel freático inferior a 1.50mts. En época de lluvias y efecto del río Tajamar sube el nivel freático.

Alta posibilidad de potencial de licuefacción y amplificación sísmica ,valores significativos de asentamiento, grietas, como se presentó en el sismo del 31 de mayo de 1970.

CAPITULO IV : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ

4.1.- MAPA DE PELIGROS GEOLOGICO – CLIMATICOS

4.1.1.- FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO - CLIMATICOS

A.- INTRODUCCION

Dentro de esta definición se quiere considerar una amplia variedad de problemas que se relacionan con la alteración de la superficie del territorio, que teniendo un origen geológico son incentivados por factores climáticos, lluvias principalmente, que también generan desastres.

Como ya se expresará al inicio de este informe, los fenómenos geológicos son concomitantes, consecuentes y concordantes, en la medida que diferentes tipos de fenómenos también tienen una correlación tanto en su origen como en sus efectos.

El Callejón de Huaylas es una región importante para precisar estos conceptos, teniéndose en el sismo del 31/05/70 un ejemplo donde la sucesión de fenómenos geológicos deviene en desastres que afectaron sobremanera la actividad socioeconómica de la región y del país, en consecuencia.

El sismo aludido generó la gran destrucción de la ciudad de Huaraz, incidiendo en un suelo poco competente por su complejidad, generándose asentamientos, fracturamientos, probables licuaciones, etc.; pero también el sismo motivó el desprendimiento de la cornisa de hielo de la cumbre del pico norte del Huascarán, con la desaparición de la ciudad de Yungay.

Es preciso remarcar que para la ciudad de Huaraz, tanto como el peligro de origen sísmico lo es el peligro de origen glaciológico, toda vez que, como ya se ha comentado, su historia también está marcada por fenómenos glaciológicos que originaron desastres, siendo el más reciente el aluvión que se originó el 13/12/1941, que destruyó parte de la ciudad.

Otros fenómenos geológico/climáticos, menores en importancia en relación con los sismos y aluviones, se dan en el ámbito de la ciudad de Huaraz y sus alrededores, que en forma "cotidiana" inciden en la seguridad física de partes de la ciudad, constituyendo también "peligros" que hay que enfrentar.

En este capítulo se describen con particularidad estos tipos de fenómenos, tanto en su origen, evolución, grado de peligro, cuando en las obras de ingeniería ejecutadas para atenuar los efectos destructivos de los mismos.

B.- ALUVIONAMIENTOS: SUB CUENCAS CONVERGENTES AL RIO QUILCAY:

Ya se ha comentado que el ámbito territorial de la ciudad de Huaraz puede corresponder a una cubeta originada por sucesivos aluvionamientos que se han dado en el tiempo geológico y que se relacionan con el importante retroceso de las áreas glaciares, el mismo que habiéndose iniciado, probablemente, en los últimos 10,000 a 15,000 años, continua en nuestros días y continuará en el futuro, en la medida que el calentamiento de la temperatura ambiente continúe.

En el Mapa de Ubicación (PU-01), se aprecia con claridad el drenaje de las aguas provenientes de los deshielos de la Cordillera Blanca, las que se colectan formando el cauce del Río Quilcay, que atravesando la ciudad de Huaraz (por su parte central) desemboca al río Santa.

El río Quilcay está conformado por la convergencia de las quebradas Cojup y Quilcayhuanca, recibiendo esta última a la quebrada Shallap; consecuentemente, son tres las quebradas que entregan sus aguas al río Quilcay.

Por otra parte, en el sector norte de la ciudad (distrito de Independencia) por el barrio de Palmira, atraviesa la quebrada Llaca, que también drena aguas provenientes del deshielo glaciar con entrega al río Santa. Igualmente, al sur de la ciudad (a unos 5 Km.), existe también la quebrada Pariac que drena aguas glaciares al río Santa.

Desde el punto de vista de los aluvionamientos, todas estas quebradas muestran evidencias geológicas que a través de ellas se han producido estos fenómenos, de carácter catastrófico, con mucha probabilidad.

Los mecanismos del retroceso glaciar se dan con la ablación lenta y permanente de los frentes glaciares que actúan sobre la roca de basamento, desintegrándola y empujándola, formando acumulaciones de material fluvio-glaciar, tan ampliamente distribuidos en la vertiente occidental de la Cordillera Blanca.

Muchas veces estas acumulaciones de material interrumpen los drenajes naturales de las aguas de discurrimento, formando las "lagunas glaciares", como las hay en las cinco quebradas antes mencionadas, siendo la Laguna Llaca (en la quebrada Llaca), la Laguna Palcacocha (en la quebrada Cojup), lagunas Tulparraju y Cuchillacocha (en la quebrada Quilcayhuanca), laguna Shallap (en la quebrada Shallap) y Laguna Rajucolta (en la quebrada Pariac).

Se ha expresado, también, el relieve fuertemente accidentado que caracteriza a la Cordillera Blanca, aspecto geomorfológico que incide tremendamente en los desprendimientos de importantes masas de hielo que al caer a las cubetas o lagunas glaciares originan los rompimientos de sus diques, generalmente de naturaleza morrénica, originando los aluviones, que dependiendo de su magnitud, generan destrucción de centros poblados e infraestructura de servicios que se encuentran dentro de su área de influencia.

En cuanto a fechas de generación de aluviones por estas quebradas, solo se conoce con exactitud el aluvión producido el 13/12/1941, que tuvo su origen en las nacientes de la quebrada Cojup, por desprendimientos de masas de hielo de los nevados Palcarraju sobre la laguna Palcacocha, que rompió su dique morrénico, cuyo desborde incidió sobre la Laguna Cojup, ubicada inmediatamente abajo, rompiéndose y desbordándose totalmente.

Toda esta inmensa masa aluvional siguió el curso del río Quilcay, desbordándolo y destruyendo parte de la ciudad de Huaraz, con la muerte de, aproximadamente, 5,000 personas.

Hay noticias muy referenciales que el 24/06/1883, se produjo el rompimiento del dique morrénico de la Laguna Rajucolta, ubicada en la cabecera de la quebrada Pariac, igualmente por desprendimientos de masas glaciares de los nevados Huantsan.

Por lo que queda como evidencias del rompimiento del dique morrénico de esta laguna, se deduce que el fenómeno fue de gran magnitud y que, con probabilidad, pudo haber afectado la parte inferior de la ciudad de Huaraz a su paso por el río Santa.

Como es de verse en el capítulo siguiente, en todas las lagunas cuyos desagües pasan por la ciudad de Huaraz, se han efectuado obras de consolidación (excepto Rajucolta); sin embargo, frente al marcado retroceso glaciar que actualmente se vive, queda la gran interrogante para conocer si se han de originar o no nuevos aluviones que afecten a esta ciudad.

C.- COLMATACIONES: RIO SECO

El río Seco es un curso hidrográfico ubicado al sur de la ciudad de Huaraz, con orígenes en el área denominada "Cruz Punta" (3,600 m.s.n.m., aprox.) y con un recorrido en dirección Ester-Oeste para desembocar en el río Santa, a la altura del lugar denominado Taclán. Desde el punto de vista geológico, el curso de este río es el contacto entre los sedimentos que rellenan la cubeta donde se ubica la ciudad de Huaraz (por el norte) y los afloramientos de roca volcánica (por el sur).

Su denominación de río Seco obedece a que solo tiene discurrimento de aguas en las estaciones de lluvias.

La interpretación geomorfológica de los sucesivos eventos geodinámicos que se han dado en la “cubeta” de Huaraz hacen deducir que este río Seco ha variado su curso en forma sucesiva, encontrándose, finalmente, en su actual lugar como consecuencia de los importantes flujos de material fluvio-glaciario que viniendo de la parte superior se han emplazado en forma de abanico en las zonas de la Soledad, Villón Alto, Villón Bajo y, posiblemente, en la zona de Belén.

La marcada inflexión (meandro) a la altura de Barrio Villón Alto, puede ser el truncamiento del curso del río seco que en algún momento discurrió en formatangencial cruzando las

áreas actuales de Villón bajo y Belén, desembocando al río Santa a la altura del Barrio de Challhua (mas al norte de su actual entrega).

Desde el punto de vista de la dinámica fluvial, las aguas estacionales que caen en períodos de lluvias, arrancan con facilidad el material fluvio-glaciario que en forma muy importante se encuentra acumulado en las nacientes del río Seco (área de Cruz Punta), transportándose a manera de flujos que, por lo general, colmatan su cauce.

Igualmente, el meandro arriba descrito, también ha sido un segmento donde se producían erosiones en su margen derecha por el impacto del material arrastrado, con el peligro de comprometer la plataforma habitacional.

Se deja definido que los problemas de seguridad física que se dan a lo largo de este río Seco solo se presentan en su margen derecha, comprometiendo material de relleno (plataforma de la ciudad de Huaraz), ya que en su margen izquierda no hay ninguna evidencia de inestabilidad, por la presencia de roca de muy buena resistencia.

Igualmente, ahora solo se da el fenómeno de colmatación a lo largo del cauce del río por el importante volumen de material arrastrado en estaciones de lluvias, pues ya no hay erosiones laterales (margen derecha) por las obras de contención que se han ejecutado.

El peligro generado por el transporte de sedimentos en el río Seco se da aguas abajo en su entrega al río Santa, pues su cono de deyección se ha visto invadido (en parte) por un asentamiento poblacional, el mismo que puede ser afectado si hay un aumento considerable del material arrastrado por lluvias extraordinarias, además que, por este mismo motivo, los caudales del río Santa pudieran en cierta forma constituir una barrera y a la vez contribuir al desvío de los sedimentos hacia la terraza donde se ubica dicho asentamiento humano.

D.- INUNDACIONES: RIO SANTA:

Otro fenómeno geológico/climático que se da en la parte inferior de la ciudad de Huaraz, son las inundaciones que se producen en la margen derecha del río Santa, desde la zona de Toclla/Taclán hasta la altura del barrio de Huarupampa; mas concretamente, entre la desembocadura del río Seco (Taclán) a Huarupampa.

La interpretación geomorfológica de este tramo del río, indica que es su margen derecha la afectada por deposiciones y erosiones de la dinámica del río, frente a su margen izquierda, donde no se produce ningún fenómeno de inestabilidad.

Esto tiene relación, una vez mas, con la formación de los suelos de la “cubeta” de la ciudad de Huaraz y el transporte y deposición de sedimentos por el río Santa, formando terrazas en la margen derecha; y la existencia de roca firme (volcánica) en la margen izquierda.

En el tramo analizado, la margen derecha del río Santa tiene una marcada delimitación de su zona de inundación, que se da en la terraza ultima, que topográficamente esta a la altura del cauce del río; delimitada por una escarpa, de aproximadamente 6 a 8 m. de altura, donde se inicia una o más de una terraza aluvial antigua, que conforman la plataforma de la ciudad por su lado Oeste.

Esta escarpa, por su antigüedad se muestra estable, sin indicios de alguna forma de erosión y esta constituida por material aluvial depositado por el río.

Las inundaciones que se producen en la plataforma inferior, margen derecha, se dan por las crecientes del caudal en estaciones de lluvias, favorecidas por las marcadas sinuosidades (meandros) que describe el río en este tramo.

El emplazamiento de los asentamientos humanos 8 de Marzo y Río Santa en la plataforma inferior comprometen su seguridad física frente a las inundaciones que podrían darse en eventos extraordinarios de lluvias, como por ejemplo un “Fenómeno de El Niño”.

Al sur de este segmento del río, en el tramo Taclán/Toclla, la margen derecha se ha visto progresivamente colmatada por inundaciones periódicas que solo han afectado áreas de cultivo.

Hacia el norte, desde la altura de Huarupampa hasta la altura de Vichay, el curso del río Santa cambia marcadamente su morfología, volviéndose algo encañonado, delimitado por su margen derecha (lado Este) por importantes terrazas aluviales, que a pesar de su talud elevado y casi vertical muestran estabilidad; y por la margen izquierda, en parte por emplazamientos de roca volcánica y por terrazas aluviales, que también muestran estabilidad.

Pasando Vichay hasta la altura de Monterrey, el río cambia nuevamente de relieve, presentando una mayor amplitud de su cauce, describiendo algunos meandros que erosionan algunos lugares de su margen derecha, como lo es a la altura de “Cancariaco”.

4.2 MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS-SISMOS

4.2.1 FENOMENO DE ORIGEN GEOLOGICO-SISMOS

A.- INTRODUCCION

La Ciudad de Huaraz se encuentra ubicado en una zona de gran potencial sísmico y por lo tanto expuesto al peligro que esta condición representa, conforme se ha detallado en el ítem. Sismicidad-Historia sísmica.

A raíz del sismo del 31 de Mayo de 1970 donde el Callejón de Huaylas fue el área más afectada, se ha realizado a partir de entonces una serie de estudio de investigación, en los cuales se ha evaluado la sismicidad y el riesgo sísmico de la Ciudad (Ordoñez a.,1984- Arevalo E.,1984).

En relación con los efectos ,básicamente destrucción de un alto porcentaje de edificaciones que se tuvieron en la ciudad de Huaraz como consecuencia del sismo del 31 de mayo de 1970 estuvo relacionado a las condiciones del subsuelo que presentaba la Ciudad de Huaraz durante el sismo, las cuales fueron muy desfavorables asociado a graves fallas en el diseño y proceso constructivo de las edificaciones y las condiciones del subsuelo presentaron las siguientes características negativas ,detallado en el plano de microzonificación de tipos de suelos:

- Estratos de suelos de gran potencia que amplificaron las ondas sísmicas en la roca base.
- Composición muy variada del subsuelos, producto de procesos geodinámicos que participaron en su formación.
- Presencia muy superficial de la Napa Freática.
- Estado no consolidado del sub-suelo(suelos blandos)

La evaluación hecha por CRYRZA determinó los siguientes fenómenos geológicos producidos en la ciudad de Huaraz como consecuencia del sismo:

Agrietamientos: Causados por las fuerzas tensionales y de gravedad, habiéndose localizado en tres lugares:

Al pie del cerro Rataquenua, con agrietamientos circundantes, habiéndose registrado hasta 5 agrietamientos, con longitudes de entre 50 a 100 m, presentando desplazamientos horizontales de 0.60 y 0.30 m.

En la zona baja de Huarupampa, con agrietamientos importantes producidos en el contacto de dos terrazas aluviales del río Santa y asociados a manantiales que existían en el lugar. Estas grietas, con un rumbo general Norte-Sur tuvieron una longitud de 250 y 350 m, con aberturas de 0.10 a 0.30 m. y saltos de 0.40 m.

En el centro de la ciudad, los agrietamientos que se presentaron fueron difíciles de determinar con precisión, debido al recubrimiento con el material de escombros, deduciéndose, mayormente, por las resquebrajaduras que se dieron en las paredes y losas.

Abovedamientos: Fenómeno producido por el paso de las ondas sísmicas y la sobrecarga de las edificaciones, provocando hundimientos y levantamientos (ondulaciones). Se observaron en el Barrio Belén (área fuertemente afectada), en las calzadas y losas de las casas. Representa suelos saturados y de baja capacidad portante-tipo VII-Clasificación suelos actualizado.

Asentamientos: Causados por los Abovedamientos , presencia de agua subterránea muy superficial y compactación diferencial en suelos finos. Actualmente zona central de Ciudad de Huaraz(Barrio de Belén)

Las oscilaciones de la napa freática superficial has sido la causa principal de los asentamientos, ya que han provocado pequeños vacíos del tipo cangrejera en el **subsuelo**, favorecido por la sobre carga de las edificaciones existentes.

B.- EVALUACION DE DAÑOS Y PRIMERA MICROZONIFICACION SISMICA DE LA CIUDAD DE HUARAZ

La Ciudad de Huaraz fue una de las zonas más afectadas por el sismo del 31 de mayo de 1970,la dejó parcialmente destruida, que determinó que a través de la SUBCOMISION TECNICA –CRYRZA ,se formule evaluación de distribución de daños en edificaciones y estructuras,realizado en el período 19 de octubre al 19 de noviembre de 1970 .

En base a los datos obtenidos de tipos de daños y porcentaje de daños en edificaciones, se pudo determinar las causas y efectos producidos por el sismo, resultados que contribuyeron a preparar el primer Mapa de Microzonificación Sísmica de Huaraz (CRYRZA-SUBCOMISION TECNICA-Armas 1972)

Se utilizó la información de CRYRZA y las fotografías aéreas disponibles, con el objeto de determinar el porcentaje de edificaciones que colapsaron en las distintas áreas de la ciudad de Huaraz . El daño se determinó como edificaciones colapsadas y no reparables o costosamente reparables.

Al momento del sismo existía una concentración de edificaciones de adobe en el Centro Urbano y el barrio Centenario, rodeados de tierras de cultivo. Los barrios de Nicrupampa, Patay y Pedregal, presentaban una gran dispersión de edificaciones.

En el Centro Urbano, es decir en donde se presentaban suelos de condiciones desfavorables, el porcentaje de daños en edificaciones fue mayor del 80%, en edificaciones de adobe los daños al 100%. En Huarupampa, San Francisco , La Soledad y al Sur del Pedregal, el porcentaje de daños fue de 50 a 80 %. En estas zonas las características del suelo no son favorables y el nivel freático es superficial.(fecha 1970)

En la zona Norte(barrio de Centenario) y Nicrupampa , donde las condiciones del subsuelo son las mejores , el porcentaje de daños no fue superior al 20% . En las zonas restantes el daño fue intermedio, correspondiendo a condiciones intermedias del suelo.

4.2.2. MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS-SISMOS

A.- ZONIFICACION DE PELIGROS GEOTECNICOS

La propuesta de zonificación de peligros de origen geotécnico para la ciudad de Huaraz se formula en base a los datos obtenidos en la microzonificación de tipos y usos de suelos (Plano P-4) y de la evaluación de daños:INFORME DE EVALUACION DE DAÑOS –CRYRZA-SUBCOMISION TECNICA. Se presenta en el **PLANO P-4**; para el cual se han establecido 03 zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Bajo

Representa suelos compactos o presencia de rocas , alta compacidad y capacidad portante, nivel freático profundo, comprendiendo las zonas de la margen izquierda del río Santa, A..H. Los Olivos, Vista Alegre,8 de Diciembre, Taclán Bajo y Alto.

En la zona del Distrito de Independencia, corresponde al barrio de Centenario, subsuelo que tuvo un adecuado comportamiento sísmico en el terremoto del 31 de mayo de 1970.

Estas áreas donde el terreno es de pendiente media, representa suelos compactos y/o presencia de rocas, la capacidad portante del terreno es marcadamente mayor a 1.50 Kg/cm^2 , en el caso del cono aluvional del río Quilcay supera los 2.00 kgs/cm^2 .

En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es baja y la amplificación de las ondas sísmicas es baja a media. En esta zona no ocurren fenómenos geotécnicos de gran magnitud por lo que se le considera de un Peligro Bajo.

Zona de Peligro Medio

Suelos de calidad intermedia con aceleraciones sísmicas moderadas.

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente suave a moderada, nivel freático medio, la capacidad portante del terreno se encuentra entre 1.00 Kg/cm^2 a 1.50 Kg/cm^2 . En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es media y la amplificación de las ondas sísmicas es media a alta. En esta zona ocurren fenómenos geotécnicos de magnitud media por lo que se le considera de un Peligro Medio.

Corresponde gran parte de la ciudad estudiada, incluyendo parcialmente la zona central principal, donde se presentó grandes daños en las edificaciones-viviendas, consecuencia de un alto factor negativo: No estuvieron diseñadas con NORMAS SISMORESISTENTE.

Zona de Peligro Alto

La capacidad portante del terreno es menor a 1.00 Kg/cm^2 , en estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta y la amplificación de las ondas sísmicas es muy alta. En esta zona ocurren fenómenos geotécnicos de gran magnitud por lo que se le considera Altamente Peligrosa.

De acuerdo a la zonificación de peligros geotécnicos presentada en el **PLANO P-4**, corresponde a los sectores Barrio de Belén, entre Av. Pedro Villón - Jr. Juan Morales - Jr. San Martín - Jr. Simón Bolívar.

Así como la franja entre ribera derecha río Santa y Av. 27 de Noviembre - cruce con Av. Rosas Pampa, que corresponde a terrazas fluviales de relleno reciente, en especial hacia el cruce con el río Seco :A.H. 8 de Marzo y Río Santa.

Sectores donde se espera altas aceleraciones sísmicas por sus características sísmicas de los suelos. Ocurrencia de potencial de licuefacción y suelos expansivos. Suelos de rellenos sujetos a amplificaciones sísmicas.

4.3.- MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES

4.3.1.- ZONIFICACION DE PELIGROS MULTIPLES

Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultánea de los fenómenos de origen geológico-climáticos, geotécnicos y climáticos en un punto determinado del área de estudio que comprende los distritos de Restauración (HUARAZ CENTRAL) Y DE INDEPENDENCIA es que se ha procedido a preparar el Mapa de Peligros Múltiples de la ciudad de HUARAZ, que representa en síntesis la probable afectación que podría darse en el área urbana como consecuencia de la ocurrencia de peligros sobre sectores urbanos, que en cierto modo representa el nivel de amenaza, que se presenta en el **PLANO Nº 05**, el cual se divide en 04 sectores según el grado de peligro.

Zona de Peligro Bajo:

Calificado como sectores donde no se encuentran amenazados por fenómenos internos por lo que podrán ubicarse en estas edificaciones importantes, así como zonas residenciales de alta densidad.

En esta zona se tiene suelos consolidados, del tipo II, se presenta incidencia de peligro bajo, con afectación destructiva baja.

El peligros asociados a fenómenos de origen geotécnico es bajo (especialmente en las zonas de desarrollo urbano de los sectores los Olivos, Vista Alegre y 8 de Diciembre-áreas de la Cordillera Negra-Río Santa-zona rocosa) y en los sectores de Taclán Alto y Bajo, en proceso de desarrollo urbano, zona alta del río Seco.

Similar característica a efectos de origen geotécnico bajo se presenta en lo que corresponde al Distrito de Independencia, sector que corresponde al Barrio de Centenario, que durante el sismo de 1970 se presentó daños menores en las edificaciones y estructuras, en que existía un alto porcentaje de material adobe; se incluye la franja que abarca la margen derecha del río Santa y parcialmente la Av. Centenario-carretera al sector de Monterrey.

En toda estas área ocurren fenómenos geológico-climáticos de baja magnitud por lo que se le considera de un Peligro Bajo.

Estas áreas se recomienda como zonas de expansión urbana, actualmente con un acelerado proceso de Urbanización, con uso de alta densidad, pero tomando en cuenta que se debe realizar un control permanente a ligeras deslizamiento por efecto de laderas-lluvias-drenajes que se puedan presentar, específicamente en zonas de pendiente.

Zona de Peligro Medio

Representa sectores amenazados por fenómenos de intensidad mediana, que causan daños moderados. Corresponde a incidencia de peligro medio, afectación destructiva media.

Antes efectos geotécnico -sismos en la zona central de Huaraz(Restauración),que corresponde a niveles freático superiores a los 2.50 mts. se presentará aceleraciones sísmicas moderadas, resto de zona de laderas indicadas se presentara peligro medio por efecto de deslizamiento por efecto de lluvia-drenajes generada por las precipitaciones intensas que se pueden producir.

Las zonas seleccionadas se caracterizan por suelos tipo IV y V, de moderada capacidad portante del terreno, valores entre 1.00 Kg /cm² a 1.50 Kg /cm².

En esta zona se pueden construir todo tipo de construcciones previos estudios de ingeniería, se recomienda el uso urbano de media a alta densidad, previa investigación geotécnica del lugar específico.

Zona de Peligro Alto

Son aquellos en que el grado de destrucción del fenómenos puede alcanzar el 100% en construcciones vulnerables, pero sin embargo es factible de ser reducido con medidas adecuadas de mitigación.

Comprende zona de incidencia de peligro alto con afectación destructiva alta ,la zona central de la Ciudad de Huaraz, específicamente el sector de Barrio de Belén y zona periférica presenta posibilidad de potencial de licuefacción(se presentó evidencia en el sismo de 1970-trabajos de remoción de escombros integral de la Ciudad de Huaraz no permitió su evaluación),consecuencia de nivel freático superficial, entre 1.00 a 1.50 mts. y suelo tipo VII que representa altas aceleraciones sísmicas.

Así mismo los sectores Río Santa y 8 de Marzo ,en zona de ribera del río Santa, suelos tipo VI ,no consolidado y sujeto a peligros por desbordes y altas aceleraciones sísmicas. En esta zona las precipitaciones intensas producen: inundaciones medias repentinas en puntos críticos. En esta zona no se debe permitir uso urbano, corresponde a encuentro del río seco y río Santa ,pero en la fecha la falta de control urbano ha determinado ocupación de alto porcentaje del área peligrosa, por lo que se recomienda el control de uso urbano de baja densidad, después de haber realizado estudios detallados por especialistas con experiencia para calificar el grado de peligro.

Caso de edificaciones a construirse deberán seguir pautas técnicas para reducir su grado de vulnerabilidad de acuerdo al tipo de amenaza, especialmente en la zona centro urbana de la Ciudad(Barrio de Belén).

Zona de Peligro Muy Alto

Sectores que representa que la acción de las fuerzas naturales son tan poderosa que puede causar la destrucción de las edificaciones y el 100% de pérdidas.

El principal sector corresponde al cono aluvional de río Quilcay, suelos de alta resistencia y adecuado comportamiento sísmico, pero de un alto potencial de peligro por potencial de ocurrencia de aluvión y desborde del río

En esta zona la falta de control urbano ha permitido un acelerado uso para fines urbanos, especialmente edificaciones superiores a los tres niveles. Se recomienda una reglamentación urgente para limitar su uso urbano y plantear las zonas libres con uso como reservas ecológicas, recreación abierta.

CAPITULO V:PAUTAS - RECOMENDACIONES TECNICAS DE EDIFICACION Y HABILITACION RELACIONADOS A LAS ZONAS DE PELIGROS

5.01 INTRODUCCION:

Sobre la base de los resultados de los peligros resultantes para la Ciudad de Huaraz, se formula pautas-recomendaciones técnicas relacionado a las construcciones y habilitaciones urbanas existentes/y o a proyectarse con el fin de reducir la vulnerabilidad y riesgos en cada caso. Se toma en cuenta cada Distrito evaluado considerando características de crecimiento urbano existente en cada caso, complementado con vistas fotográficas(Panel Fotográfico en cada Distrito).

5.02 SECTOR DISTRITO RESTAURACION(HUARAZ ANTIGUO) (PANEL FOTOGRAFICO ANEXO VII)

A.- El Distrito de Restauración(Huaraz central),como se ha indicado, en la última década ha tenido un desarrollo urbano acelerado, que ha determinado que las zonas altas, periféricas a la zona central de la Ciudad ,especialmente la ribera izquierda del río Santa, donde se ubican los sectores Los Olivos, Vista Alegre y últimamente 8 de Diciembre requiera un urgente control y desarrollo urbano, reservándose áreas consideradas de peligros muy alto a alto, como ocurre con la quebrada río Urpay, que divide los sectores de Olivos y Vista Alegre. (foto 3-Recomendaciones técnicas).

Así mismo es necesario el control permanente en las construcciones, específicamente viviendas, considerando que se ha verificado la existencia de un alto

porcentaje de material adobe y albañilería ejecutadas y/en proceso, sin ningún control técnico.

- B.- Se ha demostrado que la zona de Taclán Bajo y Alto representan futuros sectores de expansión urbana, pero es necesario continuar con las defensas ribereñas del río Seco, mediante la ejecución de muros de defensa - especialmente cerca del encuentro con el río Santa (foto 4)
- C.- El tramo comprendido entre las prolongaciones de las avenidas 28 de Julio y Pedro Villón, que llega a la ribera derecha del río Santa se han formulado trabajos de defensa ribereña, adecuados sistemas de gaviones, con características de Malecón y retiro para uso recreacional - arborización, separado del área de crecimiento urbano, que consideramos solución adecuada (foto 9-10), alternativa que consideramos con carácter de urgente debe continuarse hasta el encuentro con el río Seco, dado que en la fecha se verifica un acelerado crecimiento urbano, sin ninguna planificación, básicamente mediante invasiones descontroladas, traducidos en A.H. 8 de Marzo y A.H. Río Santa. Debe tenerse presente que este sector representa zonas de alto peligro. (fotos 5,6,7)
- D.- La zona comprendida entre las prolongaciones de las avenidas Bolognesi y 28 de Julio hacia la ribera derecha del río Santa, que corresponde a zonas de rellenos-terrazza de suelos fluviales se hace necesario un control permanente de los procesos de diseño y procesos constructivos de las viviendas y edificaciones, que se verifican superan los cinco(5) niveles-Urgencia del control mediante las licencias de construcción. (foto 8)
- E.- Es necesario un control en las nuevas construcciones en el sector del cono aluvial del río Quilcay, corresponde a sector de alta peligrosidad y que en la actualidad se tiene un alto porcentaje de edificaciones entre 3 a 5 pisos (foto 13,16)).
Esta acción debe complementarse con un adecuado encauzamiento del río Quilcay, considerando que se presentan tramos estrechados por ocupación en construcciones. (foto 12)
- F.- En el centro urbano de Huaraz, específicamente el denominado barrio de Belén y zonas periféricas exige un control adecuado de nuevas edificaciones, especialmente en diseños de cimentaciones con estudios previos de mecánica de suelos considerando la presencia de suelos tipo VII-baja resistencia y nivel freático superficial-1.00 a 1.50 mts, y los posibles problemas de asentamientos críticos y potencial de licuefacción (foto 14)

G.-La presencia del nivel freático superficial en zona central de la Ciudad de Huaraz, esta influenciado por la presencia del río Tajamar,el cual requiere un adecuado encauzamiento, revestimiento y canalización ,que permita reducir el drenaje critico hacia el centro de la ciudad.(foto 15).

H) Las zonas altas ,Bellavista, Pedregal alto, zona de expansión de Bella –Pampa, Nueva Florida, dada las altas pendientes que presentan, es necesario control a deslizamiento, mediante la ejecución de muros de retención.

5.03 SECTOR DISTRITO INDEPENDENCIA **(PANEL FOTOGRAFICO ANEXO VIII)**

A.-La franja que corresponde a la ribera derecha del río Santa y prologación Av. Centenario-Carretera hacia el sector de Monterrey-Vichay Bajo, se presenta un acelerado proceso de desarrollo urbano,con la formación de diversas urbanizaciones de viviendas tipo residencial, ubicado sobre suelos tipo V: Grava de canto rodado con matriz de arena con ligero porcentaje de finos, que forman terrazas fluviales altamente consolidada, que dado la cecanía al río Santa determina la urgencia de ejecutar muros de defensa así como mantener retiro mínimos en la zona de ribera.

Esta acción complementada con un adecuado control en los diseños y procesos constructivos de las viviendas-edificaciones proyectadas, que se verifica es acelerado.(Foto 1).

B.- La zona que corresponde al cono aluvional del río Quilcay requiere control similar a lo propuesto en el sector que corresponde al Distrito de Restauración.

C.- El crecimiento urbano hacia el este, tomando como eje la Av. Centenario(tramo que durante el sismo de 1970 sufrió bajo porcentaje de daños) representa la zona altamente vulnerable, dado su acelerado y desordenado desarrollo urbano, consolidado en su mayor parte en construcciones de viviendas y edificaciones hasta de 5 pisos(Universidad Antunez de Mayolo).A pesar de representar suelos tipo III, nivel freático profundo y adecuada capacidad portante, requiere un control en los diseños y procesos constructivos. Se observa serias deficiencias técnicas en construcciones existentes.(foto 2).

D.- En zonas de suelos con pendiente moderadas-pronunciadas es necesario en sectores altamente deslizables a efectos de lluvias, lo que determina la necesidad de muros de contención(foto 3).

E.- Necesidad de defensa en erosión del río Santa, en zona entre Vichay Bajo y sector de Monterrey, que continuamente corta la carretera de acceso. (foto 8)

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.01 La Ciudad de Huaraz luego del sismo del 31 de Mayo de 1970 inició su planificación y desarrollo urbano sobre la base de diversos estudios físicos (topográficos, geológicos, evaluación de daños, glaciológicos, etc), requeridos para la formulación de mapas de usos de suelos frente a los peligros naturales que presenta la zona.

6.02 El primer Plan Regulador elaborado por la firma Bustamente, Williams & Asociados para la rehabilitación y reconstrucción de la Ciudad de Huaraz, por encargo de la Comisión de Rehabilitación y Reconstrucción de la Zona afectada (CRYRZA) , con diversas modificaciones y adecuaciones ha funcionado hasta 1993-1994, considerado el lento crecimiento urbano de la Ciudad, orientado básicamente sobre la zona antigua y el eje del barrio Centenario, rumbo a la zonas de Vichay Bajo y Monterrey. Inclusive la ejecución de edificaciones particulares importantes ha sido mínimo, incluyendo las del sector público durante dicho período.

6.03 El crecimiento urbano acelerado y sin control ha ocurrido en los últimos diez años, situación que continua sin una adecuada administración y control urbano , al no contar las Municipalidades involucradas con oficinas implementadas, planos urbanos actualizados y profesionales con experiencia.

Se verifica que no se toma en cuenta sectores urbanos sujetos a peligros naturales generando altos grados de vulnerabilidad y riesgos, el cual se incrementa al no existir control en las construcciones, es muy limitada la exigencia de licencia de construcción y estudios de mecánica de suelos, en especial en edificios importantes y de gran altura.

6.04 Consideramos que el **MAPA DE PELIGROS NATURALES** de la Ciudad de Huaraz que se propone, en que se zonifica el grado de peligros, representará una herramienta valiosa para la actualización del actual **PLAN REGULADOR URBANO** de la Ciudad de Huaraz.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-J.Kuroiwa-Informe de Evaluación de Daños en la Ciudad de Huaraz-Ancash-Sub-Comisión Técnica-CRYRZA-Diciembre 1970.
- 2.-M.Gonzales-Geomorfología y Estudios de Efectos Sísmicos en el Area Urbana de Huaraz-Sub-Comisión Técnica-CRYRZA.-1970
- 3.-UNESCO-Informe Preliminar de la Misión de Reconocimiento Sismológico referente al terremoto del Norte del Perú del 31 de Mayo de 1970-CERESIS-1970
- 4.- “Estudio Hidrogeológico de la Ciudad de Huaraz” (Servicio de Geología y Minería), para CRYRZA. Dic. 1,970.
- 5.- Deza E.-Lazo E.,Observaciones de Microtrepidaciones en Huaraz-Informe Sub-Comisión Técnica-CRYRZA-1971
- 6.-LAGESA,Estudios de Suelos de Cimentaciones y Pavimentaciones de la Ciudad de Huaraz-Informe presentado al Ministerio de Vivienda y Construcción, Lima-Perú-1972.
- 7.- “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de Huaraz”. Tesis de Grado de Edwin Ordóñez Huamán. 1,984.
- 8.- “Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz: Sector Sur”. Tesis de Grado de Cesar González Obregón. 1,994.
- 9.-“Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz: Zona Norte”. Tesis de Grado de Mayelo Salazar Celestino. 1,994

ANEXO IX

SUB – COMISION TECNICA CRYRZA.

**Informe de Evaluación de Daños en la Ciudad de Huaraz-
Ancash**

Sismo del 31 de Mayo de 1970

DICIEMBRE 1970

ASESOR PRINCIPAL : Ing^o. Julio Kuroiwa H.

ASESOR DEL EQUIPO : Ing^o. Jack Kogan-

INTEGRANTES DEL EQUIPO : Ing^o. Gustavo Mora.

Ing^o. Armando Zumarán.

Ing^o. Manuel Hermoza C.

Ing^o. Javier Almora.

Ing^o. Roque Sánchez.

Ing^o. Jorge Meza.

Ing^o. Hugo Bravo.

INFORME DE EVALUACION DE DAÑOS
DE LA CIUDAD DE HUARAZ

INDICE

I) INTRODUCCION

II) TIPO DE EDIFICACIONES

III) EVALUACION DE DAÑOS

III.A) DAÑOS POR DEFECTOS COSNTRUCTIVOS

III.A.1) Casas de adobe en general.

III.A.2) Casas de ladrillo sin columnas.

III.A.3) Casas de ladrillo con columnas.

III.A.4) Edificaciones de concreto armado.

III.B) DAÑOS POR BARRIOS:

CARACTERISTICAS Y TIPOS DE VIVIENDAD PREDOMINANTES.

III.B.1) Centenario.

III.B.2) Patay.

III.B.3) San Francisco.

III.B.4) La Soledad.

III.B.5) Huarupampa.

III.B.6) Belén.

III.B.7) El Pedregal.

III.B.8) Bellavista.

III.B.9) Nicrupampa.

III.B.10) Barrio Aluvional.

IV) DAÑOS EN ESTRUCTURAS IMPORTANTES.

IV.A) Hospital Regional. Centro de Salud.

IV.B) G.U.E. Mariscal Luzuriaga.

IV.C) Hotel de Turistas

IV.D) Palais Fénix.

IV.E) Hotel Raimondi.

IV.F) Municipalidad de Huaraz

V) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES DE LA ENCUESTA

I) INTRODUCCION

Huaraz es la capital del departamento de Ancash, fue fundada en la época de la colonia. Se encuentra aproximadamente a 9°30´ latitud sur 77°30´ longitud oeste; a 3,100 mts. Sobre el nivel del mar. Además esta ubicada a 385 Kms. De Lima en la dirección Nor-Este, dentro del Callejón de Huaylas.

Sísmicamente Huaraz esta ubicada en la Región N° 2 según las normas peruanas de diseño antisísmico.

El 31 de mayo de 1970 esta ciudad fue una de las zonas afectadas por un sismo; uno de los mas violentos de la década y la dejo parcialmente destruida; cuatro meses mas tarde se destacaron a Huaraz Brigadas de Inspección para realizar los estudios necesarios y determinar la zonificación Sísmica de esta capital. Una de estas Brigadas fue la de Evaluación de Daños.

El estudio de la evaluación de daños se realizaron durante el periodo de 19 de octubre al 19 de noviembre; se hizo por inspección ocular y mediante una encuesta, se prepararon formularios especiales preimpresos sobre los cuales se llenaban los datos de daños, características de la edificación y del tipo de suelo bajo estas, luego se procesaron en la computadora IBM 1130.

Huaraz esta dividido en 10 barrios que son: El Centenario, Patay , San Francisco, La Soledad, Huarupampa, Belén, El Pedregal, Bellavista, Nicrupampa y el Barrio Aluvional. Las características más saltantes de estos barrios es que en su mayoría las edificaciones son de adobe o de ladrillo sin columnas, la arquitectura es netamente colonial y a excepción de los barrios nuevos las calles son muy angostas.

En base a los datos obtenidos de Huaraz es posible obtener datos de tipo de daños y porcentajes de daños materiales en edificaciones y así se determinaron las causas y

efectos producidos por el sismo. Estos resultados luego contribuirán a determinar la zonificación sísmica del lugar.

Cabe aclarar que en algunos casos los formularios que se hicieron para cada edificación, se usaron para evaluar manzanas debido a la completa destrucción de estas en las cuales fue imposible distinguir las diferentes viviendas que existieron.

II) TIPOS DE EDIFICACIONES

Las edificaciones en general en la ciudad son del tipo vivienda unifamiliar y su estructura varía desde el adobe, ladrillo sin columnas, ladrillo con columnas, a concreto armado; en este último material existen edificios hasta de 4 pisos.

A) CASAS DE ADOBE EN GENERAL.-

El cimiento en general esta a base de piedra y barro a profundidades variables de acuerdo al tipo de suelo, altura de edificación, profundidad de la napa freática. Las profundidades varían entre 0.50 m. hasta 2.00 m., y el ancho de la cimentación varia entre 0.50 m. y 0.80 m. sobresaliendo los sobrecimientos de 0.50 a 1.00 m. sobre el nivel de piso terminado.

Las paredes están formadas por adobe de variada calidad puestos por hiladas con 2.0 cm. a 3.0 cm. de cama de barro y sin ningún ligante, y en algunos casos con ligante de barro en las juntas verticales.

Los muros son con adobes colocados en amarre de cabeza, tambien existen en sogá, pero siendo la primera forma la predominante.

Las dimensiones del adobe son variables: las casas antiguas tienen los llamados adobes de grandes dimensiones; mientras en las nuevas se usa el de 10 x 0.20 x 0.17 m. No existe criterio para la preparación del material con el que se fabrican adobes y por eso su resistencia es variable.

El adobe se usa para viviendas de un piso de 3.00 a 5.00 m.; de 2 pisos de 6.00 a 8.50 m, y de tres pisos de 9.00 a 11.00 m. con lo que se puede observar que no se respeta el criterio de altura de edificación con ancho de muro.

Por el clima del lugar y por las lluvias casi todas las viviendas tienen un semipiso en su parte superior llamados "colcas" usados como depósitos.

El techo es de caña y barro suspendido por durmientes de madera, generalmente eucalipto, que se apoyan en los muros; estos durmientes, sobresalen en algunas casas al muro hacia fuera hasta 1.00 m. sobre este techo de caña y barro se coloca otro sobretecho de eternit, tejas o calaminas a una o dos aguas sostenido por tijerales de madera para evitar filtraciones en épocas de lluvia.

B) CASAS DE LADRILLO SIN COLUMNAS.-

La cimentación es de barro y piedra o de concreto ciclópeo, y las profundidades varían de 0.50 hasta 2.00 m. sobresaliendo el sobrecimiento hasta 0.30 cm. del nivel de piso típico.

Los elementos estructurales resistentes son los muros de ladrillos de cabeza o soga sobre ligantes de barro o mortero de cemento y arena; el techo es generalmente de caña y barro colocados sobre los ya conocidos durmientes de madera que descansan directamente en los muros de ladrillos portantes. Las características constructivas de las edificaciones son semejantes a las de adobe; lo único que varía es el elemento ladrillo en el muro.

En algunos casos existe techo aligerado. Sobre el techo se coloca un sobretecho a una o dos aguas, de eternit, calamina o tejas que descansa generalmente sobre un tijeral de madera.

C) CASAS DE LADRILLO CON COLUMNAS.-

Las cimentaciones son corridas de concreto ciclópeo, con piedra especialmente granito aluvional, también se usan conglomerados de las terrazas fluviales del Río Santa, en general la piedra no es chancada.

La profundidad de cimentación varía con los tipos de suelo, profundidad de la napa freática y altura de edificación entre 0.80 m. y 2.00 m.; el ancho de cimiento es de 0.80 m. a 1.00 m. sobresaliendo el sobrecimiento hasta 0.30 m. sobre nivel de piso terminado.

Los muros de ladrillos están amarrados de cabeza o soga y el ligante es mortero de cemento y arena; las columnas son de concreto armado en algunos casos vaciados en conjunto con el muro.

El techo es de loza aligerada, sobre el techo aligerado tenemos el conocido sobretecho a una o dos aguas; en este tipo de edificaciones un pequeño porcentaje fue destinado a viviendas unifamiliares.

D) EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO.-

Las cimentaciones son zapatas aisladas y cimientos corridos de concreto ciclópeo para los muros de ladrillo, las variaciones de profundidad de cimentación son dependientes del tipo de suelo, profundidad de la napa freática y altura de la edificación. Los cimientos corridos de los muros de ladrillo a veces son de piedra y barro.

La estructura es a base de pórticos de concreto armado y la tabiquería, o sea los muros de ladrillo solo son de relleno; el techo en todo los casos es aligerado, y sobre este tenemos el sobretecho conocido a una o dos aguas como protección a las lluvias.

Este tipo de estructura solo existe en edificaciones de uso público.

NOTAS GENERALES.-

En las viviendas de adobe y ladrillo sin columna no se observa el uso de collarín a nivel de parte superior de ventanas (vanos) ni el uso de contrafuertes en los muros perimetrales de la edificación; se pudo ver también que las alturas de edificación en estos tipos de material eran excesivos con respecto a las recomendadas con relación al espesor de los muros y tenían el problema de las “colcas” en su parte superior, que cuando están llenas incrementan notablemente las fuerzas sísmicas actuantes en ese nivel; otro detalle observado es que las aberturas en muros de fachada eran de grandes dimensiones y la tabiquería estaba ubicada en forma irregular y asimétrica con respecto a los dos ejes principales de la estructura. En este tipo de edificaciones se observaron además fachadas muy irregulares. Los muros de una edificación eran de altura muy variada debido a la gran pendiente que se le dio al sobretecho a una o dos aguas.

III) EVALUACION DE DAÑOS

En este capítulo se expondrán las causa principales de los colapsos y daños sufridos en las edificaciones levantadas en los diversos tipos de material y por barrios en los que estuvieron ubicados.

III.A) DAÑOS POR DEFECTOS CONSTRUCTIVOS

Las edificaciones, en especial las de adobe y ladrillos sin columnas han sufrido un colapso casi total debido al desconocimiento de métodos constructivos para la concepción de viviendas sismo resistentes y por falta de normas que controlen y detallen este tipo de construcciones.

Se observa también combinación de muchos tipos de materiales para una sola edificación.

Los daños en los diferentes tipos de edificaciones se muestran en gráficos obtenidos como resultado de la encuesta en el Apéndice III.

III.A.1) CASA DE ADOBE EN GENERAL

Se pudieron observar en este tipo de edificaciones mal amarre de los muros en esquinas o falta de este, lo que originó su separación o destrucción total; también se observó falta de unión de las paredes laterales con el techo teniendo en cuenta que las “colcas” podían producir efectos negativos sobre estas edificaciones por el incremento notable de la cortante en su parte superior.

En el amarre de muros las juntas verticales en la generalidad de los casos no se llenaron con mezcla lo que de por sí producía una posible línea de falla de éstos.

No se respetó el avance constructivo de muros en altura ocasionándose aplastamiento en las hiladas inferiores del muro, además que los muros tenían grandes longitudes con aberturas.

El adobe en general tuvo una mala preparación. Se utilizó tierra común y no se tuvo en cuenta la cantidad de arcilla y arena en la mezcla que se utilizó en la fabricación; se usó paja de trigo que es sumamente quebradiza como refuerzo a su fragilidad lo que no es lo más adecuado por la calidad de la paja.

Las paredes perimetrales no tenían ningún amarre con los interiores debido a que primero se hicieron éstas y luego la división interna de ambientes.

Otro detalle que se observó fue las formas irregulares de edificaciones debido a la irregularidad de terrenos y la falta de conocimientos arquitectónicos y sísmicos.

Los dinteles se usan de eucalipto trabajo rústicamente, en su unión con la pared no tenían la longitud necesaria, no formaban collarines, en las casas donde se respetaron estos principios las edificaciones no sufrieron daño alguno.

Algunos muros fueron demasiado altos en estos tipos de casas mientras otros muy bajos debido a la pendiente grande del sobretecho a una o dos aguas.

En cuestión de acabados estos se dañaron total o parcialmente debido a la falla de los muros por los defectos constructivos antes mencionados.

El asentado de tejas (cobertura) se hizo con barro sólo en la primera hilera del sobretecho a una o dos aguas, la hilera inferior y las demás se colocaban unas tras otras sin ligante alguno, razón por la cual se cayeron en su totalidad.

La destrucción se hizo mayor debido a que en los barrios antiguos y calles angostas unas edificaciones cayeron sobre otras y además las diferentes alturas entre edificaciones contiguas produjeron el desplome de las casas altas sobre las bajas, por el efecto de impacto al cual el adobe no tiene resistencia.

Otro defecto que se notó fue que en casas antiguas se construía un segundo piso sobre el primero existente lo que originó la caída de todo el segundo piso por falla del primero que no resistió el peso adicional.

También se observa movimientos de los durmientes del techo del segundo piso por falta de amarre de estos con los muros.

En general las cimentaciones no sufrieron daño. El colapso de este tipo de edificaciones se debió a falta de criterio y normas de construcción por lo que es conveniente se tomen las medidas del caso, además de incrementar la asesoría e inspección de las edificaciones.

Las edificaciones de adobe en Huaraz fallaron en un 95% como se podrá observar en los gráficos de los Resultados de la Encuesta en el Apéndice III.

III.A.2) CASAS DE LADRILLO SIN COLUMNAS

En este tipo de edificaciones se produjeron gran porcentaje de daños debido a los defectos siguientes:

Irregularidad de las plantas, no se observa simetría con respecto a los ejes principales debido esto a la parcelación deficiente en la zona y además la distribución interna de la tabiquería no es simétrica con respecto a los ejes mencionados.

Los muros de fachada tienen grandes aberturas para puertas y ventanas y la falla se produjo en los vanos, donde el empleo del dintel es deficiente y no se usa el collarín; además que el amarre entre muros perimetrales casi no existe y entre perimetrales e internos tampoco porque se levantaron los perimetrales y después los interiores sin ningún criterio de distribución.

Los muros de ladrillo carecían de verticalidad, no se empleó y sí se empleo fue en forma deficiente la plomada.

En algunos casos se le combinó en un muro de ladrillos y adobes o en edificaciones habían muros de adobe y de ladrillo y generalmente los muros fueron de gran altura.

Entre los muros de ladrillos y el techo de caña y barro no existe en la mayoría de las casas conexión eficiente.

En este tipo de edificaciones se observan combinaciones de materiales como muros de ladrillo y de adobe con un aligerado en el primer piso, y techo de caña y barro en el segundo piso con su tijeral y calaminas para formar el sobretecho a una o dos aguas.

En las cimentaciones se empleó la de concreto ciclópeo pero en algunos casos los de piedras aluvionales con barro.

En general este tipo de construcciones como las de adobe son las que han sufrido mayor porcentaje de daños por falta de criterio y asesoría técnica en la construcción y también por falta de normas que rijan este tipo de construcciones y por último falta de inspección.

III.A.3) CASAS DE LADRILLO CON COLUMNAS

Este tipo de casas son las que menos fallas han sufrido porque en su mayoría hubo criterio en su construcción.

Cimentación a base de zapatas aisladas de concreto para las columnas y cimientos corridos para los muros a una profundidad adecuada, así como los sobrecimientos.

En la superestructura aunque no hubo simetría en la distribución de muros e irregularidad de formas en planta, los muros se levantaron y se vaciaron en conjunto con las columnas de amarre esquineras.

La tabiquería interna estuvo amarrada con los muros exteriores. Aunque hubo grandes aberturas en los muros, los dinteles de concreto tuvieron las dimensiones adecuadas.

El techo en la mayoría de los casos fue aligerado de concreto y sobre éste el sobretecho a dos aguas. En este tipo de edificaciones, las que fallaron fueron por tener cimentación de piedra y barro ó por tener columnas mal dispuestas en la planta irregular, también se observó combinación de muros de ladrillo con adobe o parte de la casa con ladrillo con columnas y la otra parte con ladrillos sin columnas o adobe y techo de caña y barro.

III.A.4) EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO

En general las edificaciones de concreto están cimentadas con zapatas aisladas aunque el terreno es de muy baja resistencia a la compresión. La estructuración es a base de pórticos de concreto pero se observa que no existió en el cálculo criterio sísmico.

El relleno es a base de ladrillos.

Las fallas en este tipo de edificaciones se deben a calidad de concreto, defecto en estribado de columnas y efecto de columnas cortas debido a tabiquería que confinan pórticos a media altura; osea que por falta de elementos rígidos resistentes (placas) los elementos estructurales han sufrido desplazamientos y fueron sometidos a esfuerzos grandes los cuales mostraron los defectos mencionados y también destrucción de la tabiquería.

III.B) DAÑOS POR BARRIO

En este acápite nos ocuparemos de los daños causados en los diferentes Barrios y en los diferentes tipos de edificaciones en cada uno de éstos.

III.B.1) CENTENARIO

Según el Plano Regulador de Huaraz, este Barrio tiene aproximadamente 54 manzanas evaluadas por su totalidad en la Encuesta y se observa las siguientes características:

-Este Barrio es relativamente nuevo y sus calles tiene un promedio de ancho de calles de 10mts.

-Tiene una planificación aceptable en distribución, y, actualmente está en período de expansión; en general hubo planificación en su urbanización aunque no existen planos de lotización.

-La zona más densa es la cercana a la calle central tanto en las calles paralelas a ésta y las transversales a ambos lados.

-Los tipos de construcciones son variadas y los porcentajes son los siguientes:

85% construcciones de adobe con las características constructivas antes mencionadas.

10% de ladrillo con o sin columnas, también de acuerdo a las características generales mencionadas.

5% de concreto armado.

-Como el Barrio es relativamente nuevo las construcciones también lo son a excepción del monumento histórico Raimondi y otras menos importantes.

-El terreno predominante es el terreno aluvional medianamente compacto.

-Las construcciones son en su generalidad de dos pisos hasta un 95% y entechado con tejas en el mismo porcentaje.

-Los daños en general no son muy grandes y su distribución aproximada es la siguiente:

- a) Hotel de Turistas de Huaraz.
- b) G.U.E.Mariscal Luzuriaga.
- c) Puente sobre el río Quilcay.

De algunos de los cuales nos ocuparemos en el capítulo IV.

III.B.2) PATAY

Este barrio está formado por 7 manzanas, es un barrio nuevo, sus características más importantes son :

-Calles amplias por ser un barrio pequeño y en expansión.

-Muy poca densidad de construcción.

-En general todas las construcciones son de adobe en un 100%, con las características mencionadas en este tipo de edificaciones y estas construcciones son relativamente nuevas.

-El terreno es aluvional, con arcilla predominante o sea medianamente compacta cuando está seco y blanco con la humedad.

-Construcciones de dos pisos hasta un 60% y el resto de un piso.

-Los techos en general son acabados en tejas, es decir, un porcentaje de un 95%.

-Los daños observados se resumen a lo siguiente:

a) Colapsos no reparables y costosamente reparables 25%

b) Fácilmente reparables y no hay daños 75%

III.B.3) SAN FRANCISCO

Es un barrio formado por 23 manzanas cuyas características principales son las siguientes :

- Barrio antiguo con calles sumamente estrechas con un promedio de ancho de 3.50mts.
- Deficiente planificación, no hay planos de lotización, debido a esto la lotización es muy regular.
- Por ser barrio antiguo las construcciones son muy densas.
- Los tipos de construcciones en las diferentes clases de material son:

95% de adobe con las características ya mencionadas.

4% de ladrillo con o sin columnas.

1% de concreto armado.

-Las construcciones son en su generalidad muy antiguas.

-El terreno predominante es aluvional, arcilloso y húmedo por estar cerca del río Quilcay.

-Las construcciones de variada altura distribuidas según los siguientes porcentajes:

2 pisos ----- 50%

3 pisos ----- 30%

1 pisos ----- 20%

-Los techos en su mayoría están acabados en tejas.

-Los daños causados por el sismo en este Barrio son los siguientes:

- | | |
|--|-----|
| a) Colapso no reparable y costosamente reparable | 95% |
| b) Fácilmente reparable y no hay daños | 5% |

-Las edificaciones más importantes son :

- a) El Colegio Nacional La Libertad que sufrió colapso total debido a su antigüedad y además por la distribución y alturas de muro; el terreno donde estaba ubicado este colegio es aluvional, medianamente compactado pero con el nivel freático muy alto.
- b) Las oficinas de caminos han sufrido daños considerables por deformaciones de terreno y asentamientos.

III.B.4) LA SOLEDAD

Este barrio está formado por 34 manzanas y tiene las siguientes características:

- Calles estrechas.
- Planificación muy deficiente; no existen planos de lotización.
- Construcción muy densa hacia la Plaza de Armas.
- Los tipos de construcciones se distribuyen según los siguientes porcentajes:
95% construcciones de adobe
5% de ladrillo con o sin columna.
- Existen un gran porcentaje de construcciones muy antiguas.
- El terreno es aluvional, con un gran porcentaje de arcilla.
- Las construcciones de 2 pisos llegan hasta un 50%.
- Los techos en su mayoría están acabados con tejas.
- Los daños causados por el sismo en este barrio se distribuyen de la siguiente manera:
 - a) Colapso, no reparable, costosamente reparable 60%
 - b) Fácilmente reparable o no hay daños 40%
- Edificaciones importantes:
 - a) La Iglesia de la Soledad es una iglesia antigua que falló por defectos constructivos mencionados, además se combinaron materiales como adobe con ladrillo.

III.B.5) HUARUPAMPA

Este Barrio está constituido por 52 manzanas y tiene las siguientes características:

- Calles estrechas con excepción de la calle Tarapacá.
- Tiene diferente Planificación.
- Construcción densa hacia la Plaza de Armas.
- Los tipos de materiales usados en las construcciones son :
 - 85% de adobe
 - 10% de ladrillo con o sin columna
 - 5% de concreto armado
- Existen un gran porcentaje de edificaciones antiguas.
- El terreno es aluvional con gran contenido de arcilla.
- Las construcciones se dividen en :

| | | |
|---------|-------|-----|
| 2 pisos | ----- | 60% |
| 1 piso | ----- | 20% |
| 3 pisos | ----- | 20% |

- El acabado de los techos en su mayoría en tejas.
- Los daños causados por el sismo en esa zona son :
 - a) Colapso, no reparable y costosamente reparable 50%
 - b) Fácilmente reparable y no hay daños 50%

- Edificaciones importantes:
 - a) El Estadio Rosas Pampa, destruido en un 50% debido a defectos constructivos.
 - b) El Camal hecho de concreto armado sufrió agrietamiento en sus paredes (tabiquería).
 - c) La cárcel falló en un 50% de daños por su antigüedad y defectos constructivos.

- Los daños sufridos por el sismo se clasifican de la siguiente manera:
 - a) Colapso, no reparable, costosamente reparable 50%
 - b) Fácilmente reparable, y no hay daños 50%

- Edificaciones importantes:
 - a) Club de Tiro de Huaraz, se encuentra ubicado en Av.Raymondi, sufrió un colapso total.

III.B.6) BELEN

Este Barrio está formado por 34 manzanas con las siguientes características:

- Calles estrechas por ser un barrio antiguo.
- La Planificación es deficiente, no existen planos de lotización de la zona.
- Por ser barrio antiguo las construcciones son densas y antiguas.

- Los tipos de materiales usados para la construcción se distribuyen de la siguiente manera:
 - 90% construcciones de adobe.
 - 5% de ladrillo con o sin columna.
 - 5% concreto armado.
- El terreno es aluvional con predominio de arcilla en estado húmedo.
- Las edificaciones son de los siguientes tipos:

| | | |
|---------|-------|-----|
| 2 pisos | ----- | 90% |
| 1 piso | ----- | 10% |
- El acabado del techo en las edificaciones es en su mayoría tejas.
- Los daños sufridos por las edificaciones por el sismo se distribuyen en la siguiente manera:

| | |
|--|-----|
| a) Colapsos, no reparables y costosamente reparables | 95% |
| b) Fácilmente reparables o no hay daños | 5% |
- Edificaciones importantes:
 - a) La Catedral tuvo fallas considerables por deficiencias constructivas, muros muy altos y esbeltos y mezcla de materiales de construcción.
 - b) El Hospital Regional Centro de Salud, tuvo fallas hasta en un 25% debido a asentamientos, estructuración deficiente, y choque entre los bloques con junta de construcción porque estas no funcionaron.

Los muros de contención sobre los que encerraban al terreno alto sobre el cual está ubicada la parte posterior de Hospital fallaron por la rotación de su cimentación.

III.B.7) EL PEDREGAL

Este Barrio está constituido por 28 manzanas y tiene las siguientes características:

- Calles amplias de 10.00mts. de ancho promedio.
- Planificación aceptable aunque no existen planos de lotización.
- La construcción es poco densa.
- Las construcciones están divididas según el tipo de material usado en los siguientes porcentajes:

| | |
|--|-----|
| Construcciones de adobe | 97% |
| Construcciones de ladrillo con o sin columna | 3% |
- En su mayoría las edificaciones son nuevas.
- El terreno es conglomerado con arcilla predominante pero en estado seco.
- Las edificaciones de un piso son las predominantes.
- Techo con acabado de tejas fueron usados en su gran mayoría.
- Los daños se distribuyen en la siguiente manera:

| | |
|---|-----|
| a) Colapso, no reparable y costosamente reparable | 80% |
|---|-----|

- b) Fácilmente reparable y no hay daños 20%

III.B.8) BELLAVISTA

Este Barrio no figura en el Plano Regulador de Huaraz.

- Las calles son anchas, con un promedio de 8.00mts. y con fuerte pendiente.
- No existe Planificación y tampoco existe plano de lotización de propiedades.
- Es un barrio denso de construcciones en su calle principal "Bellavista".
- Las edificaciones de adobe son un 100%.
- Es un barrio donde las edificaciones son nuevas.
- El suelo es conglomerado arcilloso sometido a constante erosión por las lluvias.
- Las construcciones predominantes son :

| | | |
|---------|-------|-----|
| 1 piso | ----- | 60% |
| 2 pisos | ----- | 40% |
- Los techos en su mayoría están acabados con tejas.
- Los daños se distribuyen de la siguiente manera:

| | |
|--|-----|
| a) Colapso, no reparable, costosamente reparable | 80% |
| b) Fácilmente reparable y no hay daños | 20% |
- Edificaciones importantes:

| | |
|--|--|
| a) Planta de Tratamiento del Agua Potable, con un 25% de daños especialmente en la tabiquería, el Reservorio está intacto. | |
|--|--|

III.B.9) NICRUPAMPA

Su Plano un figura en el Plano Regulador de Huaraz.

Las características más importantes de este Barrio son :

- Las calles angostas.

No hay Planificación alguna ni planos de distribución de la lotización.

- La construcción es muy densa en las calles principales como Av. Progreso, Manco Cápac.
- Las casas en un 100% son de adobe y son edificaciones antiguas.
- El terreno es aluvional y seco.
- Las casas en general son de un piso y con su techo acabado en tejas en la mayoría.
- Los daños en este barrio se distribuyen de la siguiente manera:

| | |
|---|-----|
| a) Colapso, no reparable y costosamente reparable | 20% |
| b) Fácilmente reparable y no hay daños | 80% |

III.B.10) BARRIO ALUVIONAL

Zona formada después del aluvión de 1941 se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Quilcay; está formado por 24 manzanas.

Las características de este barrio son las siguientes:

- Zona no planificada ocupada por damnificados del aluvión de 1941, no existe plano de lotización.
- La construcción es semidensa.
- El material usado en las construcciones es:

| | | |
|----------------|-------|-----|
| Adobe | ----- | 95% |
| Material Noble | ----- | 5% |

- La mayoría de las edificaciones son nuevas.
- La zona es aluvional reciente con gran contenido de rocas graníticas.
- El porcentaje de construcciones son :
 - 50% de un piso
 - 50% de dos pisos
- Los techos está íntegramente acabados con tejas.

IV) DAÑOS EN ESTRUCTURAS IMPORTANTES

Para la evaluación de daños de este tipo de estructuras de material noble se hizo una inspección ocular en forma minuciosa constando en la mayoría de los casos con los planos de las edificaciones en base a los cuales se realizó la inspección.

IV.A) HOSPITAL REGIONAL CENTRO DE SALUD

Está formado por bloques de forma regular separados por juntas, éstos en la zona frontal son de dos pisos y en el resto del Hospital de un solo piso pero a nivel más alto, coincidiendo en techo del primer piso de la zona alta (frontal) con el techo del segundo piso de la zona baja.

La estructura es a base de muros portantes con columnas de amarre colocadas disimétricamente, el techo es aligerado que descansa sobre las vigas perimetrales y los muros portantes.

La cimentación es corrida de concreto ciclópeo.

Los daños sufridos por los elementos estructurales son los siguientes:

Cercanas a las juntas de construcción donde éstas no funcionaron y los bloques chocaron unos a otros y este efecto se incrementó si tenemos en cuenta que el techo de las estructuras de un piso que están en un mismo nivel con el techo del segundo piso de la zona frontal.

IV.B) G.U.E. MARISCAL LUZURIAGA

La G.U.E. Mariscal Luzuriaga consta de cinco bloques separados por juntas de construcción y todos cimentados a un mismo nivel, cuatro de ellos son de dos pisos que son las zonas de aulas y uno de un piso que son los Talleres.

La estructura es base de concreto armado formando pórticos de vigas, y columnas con tabiquería de ladrillos en los bloques de aulas, los techos son aligerados y en los talleres techo tipo tijeral diente de sierra con calamina en su parte superior.

La cimentación es a base de zapatas aisladas de concreto ciclópeo para la tabiquería. Los daños sufridos por este Colegio se resumen de la siguiente manera:

BLOCK A .- Primer bloque de aulas está situado en la parte frontal del colegio al lado izquierdo. Este block ha colapsado íntegramente salvo la pequeña zona de escaleras, el colapso fue producido por la torsión espacial ocurrida debido a la distribución asimétrica de rigideces; otro factor que influyó fue el efecto de columnas cortas típico en todos los pabellones debido a las ventanas altas de las aulas, la tabiquería dejaba un metro de luz libre entre su parte superior y el techo para ventanales.

En esta zona se pudo observar también deficiencia en el anclaje de elementos estructurales.

BLOCK B .- Es el block derecho frontal simétrico e igual que el block A, por consiguiente con las mismas características. Los efectos producidos en este block son semejantes al del block A.

BLOCK C y D (Interiores de Aulas).- Los daños sufridos son mínimos y fácilmente reparables.

BLOCK E .- De talleres no tienen daños.

En general los bloques dañados fallaron por efecto de torsión y de columnas cortas y deficiente estribado, y en los bloques no dañados la distribución de rigideces es simétrica y existieron muros de gran rigidez a toda la altura del paño de los pórticos los cuales tomaron la cortante del sismo. En los pórticos perimetrales los ventanales eran grandes lo que redujo considerablemente el efecto de columnas cortas.

IV.C) HOTEL DE TURISTAS

La estructura en mención la dividiremos en dos zonas principales, la primera es la Zona de las Habitaciones, que consta de 3 plantas, y la segunda la Zona de Recepción, salones, comedor, vestíbulo y terrazas.

En la primera zona tenemos los elementos estructurales, columnas fisuradas y en algunos casos agrietadas, e igual sucede con las vigas en general; también se ha podido apreciar una baja calidad en el concreto usado en estos elementos.

En la segunda zona tenemos fallas notables en las columnas que sostienen el techo del segundo piso; el techo en sí es de losa maciza y se encuentra agrietado especialmente en sus partes laterales.

Aparte de las zonas mencionadas tenemos unas zonas anexas al hotel que son edificaciones de un piso los cuales no han sufrido daño alguno.

La causa general de los daños se debe a la forma irregular de la estructura no teniendo las juntas de construcción colocadas convenientemente; además de los efectos de columnas cortas que se produjeron en la segunda zona y la calidad del concreto usado en toda la edificación.

IV.D) RESTAURANT "PALAIS FENIX"

La edificación en estudio consta de 3 pisos donde el inferior se hizo Restaurant, el segundo viviendas y el tercero Salón de Banquetes, la comunicación entre los pisos se hace por intermedio de una escalera a la mano izquierda de la entrada a la edificación.

Según las especificaciones encontradas en las memorias de cálculo en la cimentación se usó concreto ciclópeo en proporción 1:5 con 30% de piedra partida, tanto para los cimientos corridos como para las zapatas; estas últimas colocadas a una profundidad de 1.80mts., como se puede observar el concreto usado en las zapatas no es adecuado para este tipo de cimentación, tal como se observa en los planos no tiene una distribución lógica del fierro lo que demuestra una falta de conocimientos en el cálculo.

La estructura es a base de muros con columnas, el ladrillo usado en los muros portantes es el king-kong unidos con morteros de regular calidad, el levantamiento de los muros es deficiente debido a que muestran un apreciable desplome y defectos en asentamientos de las hiladas inferiores de éstos.

En cuanto a las columnas, la distribución y la armadura de estos no se ha respetado de acuerdo a lo que indican los planos.

Con respecto a los aligerados, en los planos no existen detalles de estos y se notan una serie de agrietamientos por falla en las viguetas.

Las vigas no están especificadas en los planos y tampoco el uso de las vigas collar pero en la inspección ocular se vió que el aligerado descansa sobre vigas armadas.

Las escaleras en sus dimensiones reales no coinciden con las dimensiones de los planos.

En general los daños en la tabiquería es muy grande especialmente en el tercer piso. Las columnas están falladas por cortantes por defecto de vaciado con dos calidades de concreto y falta de estribado de estos, el aligerado está completamente dañado especialmente en el tercer piso por la falta de los muros portantes; las vigas tiene agrietamientos por flexión en su zona central. Las escaleras están articuladas en los apoyos especialmente en el segundo y tercer piso.

Por lo que se observa de los planos y de la inspección de la obra no es buena, las columnas no están bien confinadas con los muros y no hay amarre en la tabiquería.

Así se llega a la conclusión de que el tercer y segundo piso están dañados; no son reparables y en el primero los daños son también grandes ; costosamente reparables.

IV.E) HOTEL RAYMONDI

Este Hotel se comenzó a construir hace 5 años y actualmente está en la etapa de acabado.

El Hotel es de concreto armado con tabiquería de ladrillos y la cimentación a base de zapatas aisladas.

En esta edificación no se pudo apreciar los daños producidos por el sismo ya que el momento de la evaluación ya lo habían resanado. Por referencias se determinó que todas las columnas del primer piso fallaron por cortante debido a defecto de estribado observados lo que comprometió también a las vigas en los nudos ya que en estas también se vió el estribado deficiente.

También por informes se pudo determinar que la tabiquería se daño completamente en el primer piso, además se observó en la estructura ya resanada desplomes en muros de los 2 pisos superiores. Según informes la tabiquería de los pisos superiores se agrietó casi en su totalidad.

En conclusión, los daños se debieron a defecto de estribado en columnas, en vigas y también a que la distribución del fierro longitudinal de estas no es adecuado para resistir la sollicitación sísmica; la cimentación tiene dimensiones muy pequeñas para las sollicitaciones combinadas que reciben y para el suelo en que están.

IV.F) MUNICIPALIDAD DE HUARAZ

Es una estructura antigua con 12 años de edificada y consta de dos niveles. La estructura es de concreto armado con muros de relleno de ladrillo; el techo es aligerado con cimentación a base de zapatas aisladas.

Las fallas en esta estructura se resumen a los siguientes motivos :

- Impacto de una estructura contigua que es la Biblioteca Municipal, que tiene un solo piso.
- La edificación tiene una forma de U y no tiene ninguna junta de construcción, por consiguiente, la forma de vibración de este tipo de estructura irregular fue impredecible y de gran intensidad.
-

- Se observa también defectos de vaceado en los nudos a parte de falta de estribado en columnas. Todos estos defectos redundaron en falla por cortante de las columnas y se observaron efectos de columnas cortas. Hay partes donde se observaron fisuras en el aligerado; en las columnas en casi su totalidad se vió el fierro en su parte superior y la tabiquería está completamente destrozada.

En general se puede apreciar que los daños de la edificación llegan a un 50% reparable pero costoso.

V) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES DE LA ENCUESTA

- Los daños en edificaciones en Huaraz son cuantiosos y los trataremos en orden de cantidad en que existen.
-
- De manera general los resultados de la encuesta se reducen a los siguientes cuatro tipos de edificaciones:
- Las estructuras predominantes son las de adobe y son las que más daños han sufrido por falta de conocimientos en la construcción en adobe; por consiguiente es necesario la publicación de normas de construcción en adobes con lo cual se podrá asegurar la capacidad resistente de las nuevas edificaciones.
- Las estructuras de ladrillo sin columnas existen en gran cantidad y han sufrido daños irreparables por defectos constructivos y falta de conocimientos en este tipo de edificación, por lo tanto es necesario acompañar a las normas de construcción en adobe las de ladrillo.
- Las estructuras de ladrillos sin columna han sufrido daños relativamente pequeños y fácilmente reparables lo que indica el buen comportamiento de este tipo de estructuras con los mismos, pero es necesario se conozca el criterio de la colocación estratégica de las columnas para que la estructura tenga un comportamiento eficiente.
- Las estructuras de concreto se ha observado que han sido calculadas sin considerar el efecto del sismo y además de esta razón las fallas se produjeron por calidad de

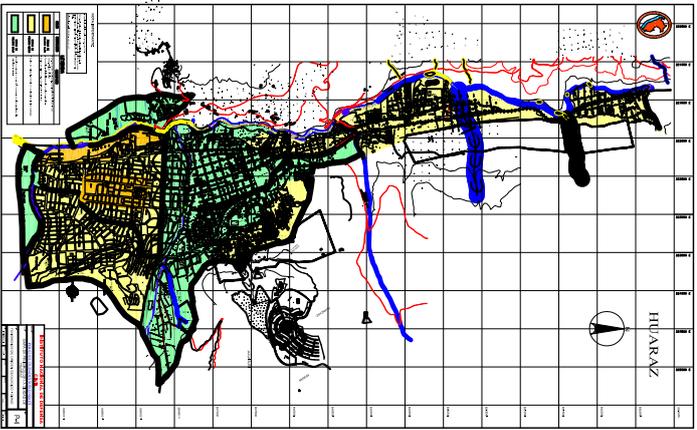
concreto, falta de estribado en las columnas y efectos de columnas cortas así como también defectos de vaceado en las columnas especialmente en los nudos.

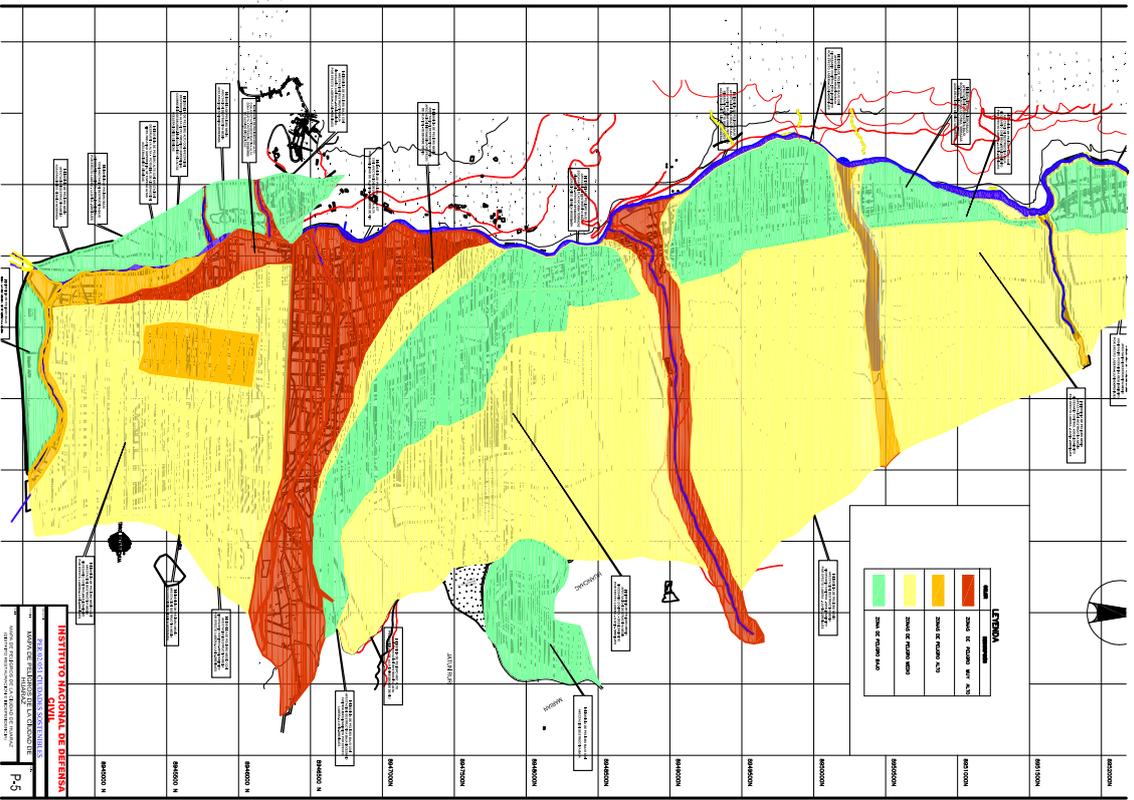
Es recomendable la publicación de las Normas Peruanas de Diseño Antisísmico y folletos en donde se muestren como debe ser la concepción de la estructura antisísmica y su cálculo.

Las conclusiones generales de los cuatro tipos predominantes de construcciones se reducen a que la mayoría de las edificaciones se han hecho empíricamente, sin planos, sin mayores conocimientos en la estructuración, cálculo sísmico y construcción; así como también se puede apreciar la falta de inspección por parte de las autoridades en el momento de la construcción.

PLANOS





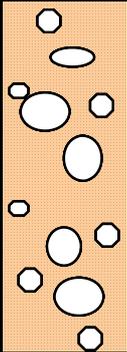
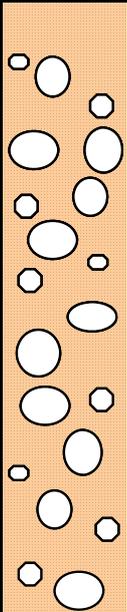


**ANEXO I : REGISTROS DE EXCAVACIONES-CALICATAS(20UNIDADES)
DISTRITO RESTAURACION(HUARAZ)**

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|-------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -1 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Av. PedroVillón |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

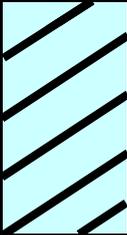
CALICATA C-1 (Av.Pedro Villón-Lateral Hospital Regional Av. Luzuriaga)

| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,60 | Calicata a cielo abierto | | | Relleno Material - Desmante - Grava Media - Arena | |
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | M-1 |  | Material Aluvional - Grava con matrix de Arcilla - Limo - Media a Alta Compacidad No se ubicó Nivel Freático - Media Plasticidad. | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional | GW |

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -2 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Plazuela Belén |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : 1.25 m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-2 (Plazuela Belén - Altura Jr. Juan Olivera)

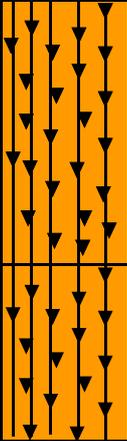
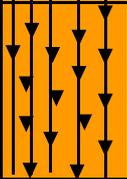
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,20 | | | | Capa Tierra Cultivo - Vegetal Húmeda Semicompacta. | |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-2 |  | Arena Arcillosa con % de limo - Semicompacta - Ligera Humedad - Media a Alta Plasticidad - Se ubicó el Nivel de Agua a 1.25 mts. | SC |
| | | |  | Potente Estrato de Arcilla Arenosa - Media a Alta Plasticidad - Saturado | CH |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -3 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Plaza de Armas |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.70 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 2.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-3 (Frente a Catedral Principal - Plaza de Armas)

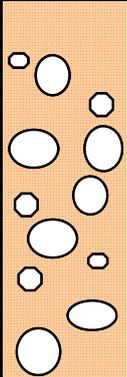
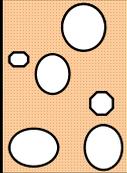
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,80 | Calicata a cielo abierto | | | Relleno Material - Desmonte - Compacto No plástico | |
| 1,70 | Calicata a cielo abierto | M-3 |  | Suelo Arena Limosa con ligero % de Arcilla - Mediana Plasticidad - No se ubicó el Nivel Freático - % de gravas | SM |
| | | |  | Potente Estrato de Arena Limosa - Medianamente Plástica - Nivel Freático Superior a 2.00 mts. | SM |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -4 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Av.Pedro Villón |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 3.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-4 (Av.Pedro Villón - Cerca cruce Av. San Martín)

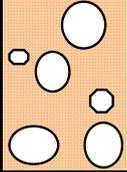
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,30 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Tierra de Cultivo con % de grava Canto Rodado | |
| 1,30 | Calicata a cielo abierto | M-4 |  | Suelo grava Canto Rodado con arena - % de limos - Semicompacto a Compacto - No se ubicó el Nivel Freático | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - Grava Canto Rodado | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -5 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Urb.Challhua |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 3.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-5 (Urb.Challhua - Jr.Huáscar - Entre Prolong.P.Villón y Pasaje S/N)

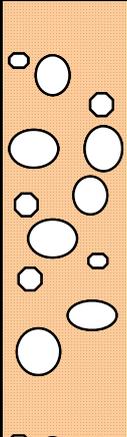
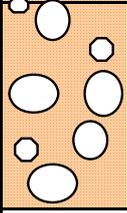
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Arena Limosa con grava Canto Rodado - Compacto | |
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | M-5 |  | Suelo Arena Limosa con alto % de grava Canto Rodado - Aumenta Compacidad con profundidad - Media Plasticidad (Parcialmente Relleno) | SM |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - Grava Canto Rodado | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -6 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : A.H.Río Santa |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Estimado 2.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-6 (Altura A.H.Río Santa -Relleno- Ribera Río Santa)

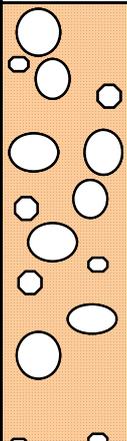
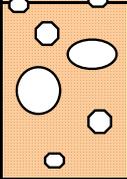
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,30 | | | | Capa Relleno - Suelo Arena Grava Canto Rodado. | |
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | M-6 |  | Suelo Grava Canto Rodado con matrix de arena - Semicompacto - Corresponde a zona de relleno | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - Grava Canto Rodado - Semicompacto Saturado | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -7 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : A.H. 8 de Marzo |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.70 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Estimado 2.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-7 (A.H. 8 Marzo-Cerca cruce Río Seco-Río Santa)

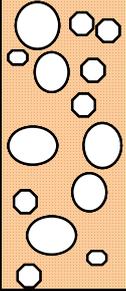
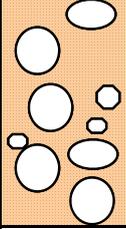
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,20 | | | | Capa Relleno - Suelo Arena Grava Canto Rodado. | |
| 1,70 | Calicata a cielo abierto | M-7 |  | Suelo Grava Canto Rodado con matrix de arena - Semicompacto - Corresponde a zona de relleno | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - Grava Canto Rodado - Semicompacto Saturado | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C - 8 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector Villa Sol |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 2.50m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-8 (Sector Villa Sol - Prolongación 28 de Julio)

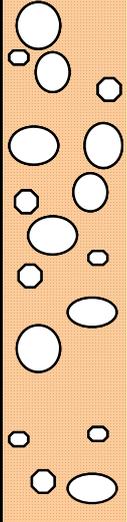
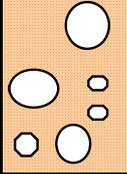
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|-------------------|--------------------------------|---------|--|--|---------------------------|
| 1,00 | Calicata a cielo abierto | M-8 |  | Relleno de Material Canto Rodado con matrix de Arena - % de Limo - Compacto | GW |
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | |  | Potente Estrato de Arena limpia con % de grava media - Compacta -Semihúmeda | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -9 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Urb. R. Pampa |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 2.50m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-9 (Urb.Rosas Pampa-Altura Prolong. Av.Bolognesi)

| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | M-9 |  | Relleno de Material CANTO RODADO matrix arena - ligero % de limo - Compacto | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional Canto Rodado | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -10 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Alameda Graú |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 3.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-10 (Alameda Graú-Cerca cruce Av.Gamarra Colegio Libertad)

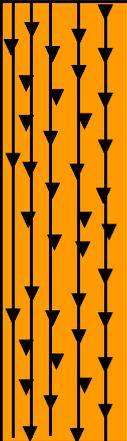
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|--|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Tierra Vegetal - Arena Limosa % de Arcilla | |
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | M-10 |  | Arena Limosa con % de grava Canto Rodado - Ligerio % de Limos - Media Plasticidad - No se ubicó Nivel Freático | SM |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -11 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Alameda Graú |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.90 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 3.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-11 (Alameda Graú-Frente Iglesia San Francisco)

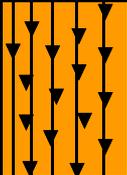
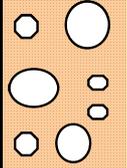
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Tierra Vegetal - Arena Limosa % de Arcilla | |
| 1,90 | Calicata a cielo abierto | M-11 |  | Arena Limosa con % de grava Canto Rodado - Ligeró % de Limos - Media Plasticidad - No se ubicó Nivel Freático | SM |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -12 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : A.H.8 Diciembre |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.20 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-12 (A.H. 8 de Diciembre - Zona Expansión Ribera opuesta Ríó Santa - Zona Ladera)

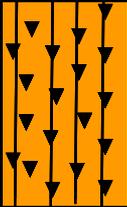
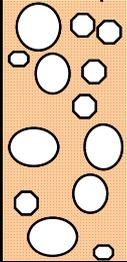
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,60 | Calicata a cielo abierto | |  | Suelo Arena Limosa - % de grava media | SM |
| 1,20 | Calicata a cielo abierto | M-12 |  | Suelo Rocosó con matrix de suelo arena Limosa - Zona Ladera | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -13 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector Vista A. |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-13 (Sector Vista Alegre-Zona Expansión Ribera opuesta Río Santa - Zona Ladera)

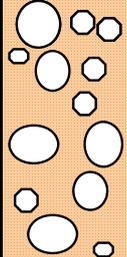
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,70 | Calicata a cielo abierto | |  | Suelo Arena Limosa Suelta con % grava Media | SM |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-13 |  | Suelo Ladera gravas medias - grande con matrix de arena limosa - Compacta | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -14 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector Vista A. |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.40 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-14 (Sector Vista Alegre-Cerca Río Urpay - Divide con Sector Los Olivos)

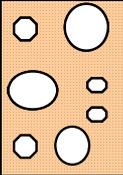
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,50 | Calicata a cielo abierto | |  | Suelo Arena Limosa Suelta con % grava Media | SM |
| 1,40 | Calicata a cielo abierto | M-14 |  | Suelo Ladera gravas medias - grande con matrix de arena limosa - Compacta | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|---------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -15 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector 8 de Dic. |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.00 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-15 (Sector 8 Diciembre-Cerca Sector Vista Alegre)

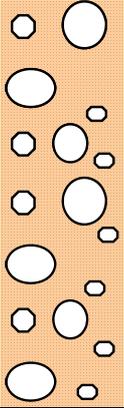
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | |  | Suelo Arena Limosa Semisuelta con % de grava media. | SM |
| 1,00 | Calicata a cielo abierto | M-15 |  | Zona Rocosa con matrix de arena Limosa Compacta. | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -16 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Tacllan Alto |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.70 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-16 (Tacllan Alto - Altura Caballeriza P.N.)

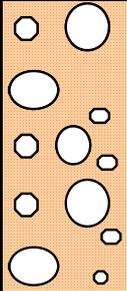
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|--|------------------------|
| 0,30 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Arena Arcillosa % de grava angulosa - Compacta | |
| 1,70 | Calicata a cielo abierto | M-16 |  | Suelo Grava con % de Arcilla - Limo - Media Plasticidad - Media a Alta Resistencia - Zona Ladera | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -17 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Tacllan Bajo |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.30 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-17 (Tacllan Bajo-Zona Progreso-Cerca Río Seco)

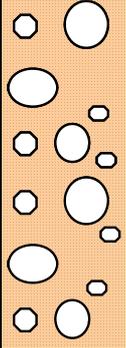
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|-------------------|--------------------------------|---------|---|--|---------------------------|
| 0,30 | Calicata a cielo abierto | | | Relleno suelo arena grava -Semisuelta | |
| 1,00 | Calicata a cielo abierto | M-17 |  | Suelo Grava con Relleno de Arena - Limo Media Compacidad - Ligero % de Limos Arcilla | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -18 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Tacllan Bajo |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.40 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-18 (Zona Tacllan Bajo - Cerca Río Seco)

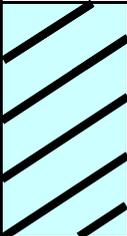
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,20 | | | | Relleno Arena grava - Semisuelta | |
| 1,40 | Calicata a cielo abierto | M-18 |  | Potente Estrato de grava - Canto Rodado Relleno de Río Seco - Media a Alta Compacidad. | GW |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -19 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Zona Belén |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.40 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : 1.00 m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-19 (Zona Belén-Plazuela-Cerca cruce Av Luzuriaga)

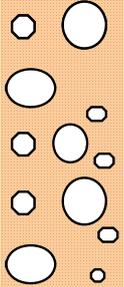
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|-------------------|--------------------------------|---------|---|---|---------------------------|
| 0,60 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Tierra de Cultivo - Arena Limosa Arcilla | |
| 1,40 | Calicata a cielo abierto | M-19 |  | Suelo Arcilla con % de Arena - Media a Alta Plasticidad - Saturado a 1.00 mts. | CH |
| | | | | | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|----------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -20 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Av.M.Luzuriaga |
| Desig. de Area | : Distrito Restauración (Huaraz) | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : Superior a 3.00m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-20 (Av.M.Luzuriaga A 1era.Cda. Plaza de Armas)

| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|--|------------------------|
| 0,60 | Calicata a cielo abierto | | | Relleno Suelo Agrícola con % de Gravas | |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-20 |  | Suelo Grava Canto Rodado con matrix de Arena Limosa - Ligera Plasticidad - No se ubicó Nivel Freático. | GW |
| | | | | | |

ANEXO II:REGISTROSDE EXCAVACIONES-CALICATAS(14 UNIDADES)
DISTRITO INDEPENDENCIA

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -1 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector Antaoco |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.50 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-1 (Sector Antaoco)

| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,50 | Calicata a cielo abierto | |  | Suelo Arena Arcillosa (Tierra de Cultivo) Mediana Compacidad - % de humedad | SC |
| 1,50 | Calicata a cielo abierto | M-1 |  | Arena Limosa con % de Arcilla - Color marrón claro - Semicompacto - Humedad natural - % de gravas medias. | SW |
| | | | | Continua Potente Estrato de Suelo Aluvional - Canto Rodado con matrix de Arena Arcillosa | |

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -2 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector Antaoco |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.40 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : 1.00 m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-2 (Sector Antaoco)

| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | |  | Suelo Arena Arcillosa (Tierra de Cultivo) Mediana Compacidad - % de humedad - Capa de gras - raíces | SC |
| 1,40 | Calicata a cielo abierto | M-2 |  | Suelo Arcilloso de Mediana Compacidad Saturado - Agua de filtración Zona Quebrada. | CL |
| | | | | Continua Potente Estrato de Suelo Aluvional - Canto Rodado con matrix de Arena Arcillosa - Saturado. | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -3 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sector Antaoco |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.50 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : 1.00 m. |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-3 (Sector Antaoco)

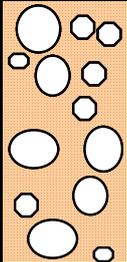
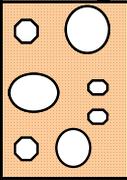
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | |  | Capa Superior material agrícola - Suelo Arena Arcillosa (Tierra de Cultivo) - Mediana Compacidad - Presencia de Humedad por filtración. | SC |
| 1,50 | Calicata a cielo abierto | M-3 |  | Suelo Arcilloso de Mediana Compacidad Saturado - Agua de filtración Zona Quebrada. | CL |
| | | | | Continua Potente Estrato de Suelo Aluvional - Canto Rodado con matrix de Arena Arcillosa - Saturado. | |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -4 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sec.Nicrupampa |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.30 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-4 (Sector Nicrupampa-Distrito Independencia)

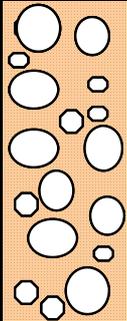
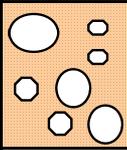
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|--|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Capa Suelo Relleno Arena - Grava Suelta Baja Compacidad. | |
| 1,30 | Calicata a cielo abierto | M-4 |  | Suelo tipo Aluvional arena con%de grava Corresponde terraza Río Santa - No plástica de Mediana a Alta Compacidad - No se ubicó Nivel Freático. | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional Arena con grava - Canto Rodado - Media a Alta Compacidad | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -5 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sec.Sta.Rosa |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.50 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-5 (Sector Sta. Rosa - Nueva Esperanza - Distrito Independencia-Acceso Confraternidad Este)

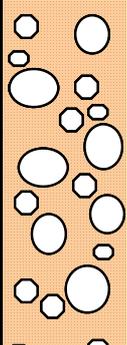
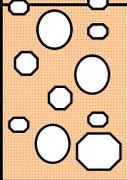
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|-------------------|--------------------------------|---------|---|---|---------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Relleno Afirmado Canto Rodado | |
| 1,50 | Calicata a cielo abierto | M-5 |  | Suelo tipo Aluvional con Arena Limosa con Canto Rodado - Liger % de Arcilla Mediana a Alta Compacidad-No se ubicó Nivel Freático | GW |
| | | |  | Continua Potente Estrato de Suelo Aluvional. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|---------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -6 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sect. Shancallan |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.50 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-6 (Sector Shancallan Zona Este-Dist.Independencia)

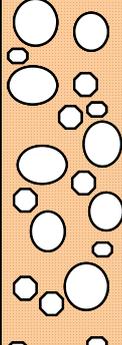
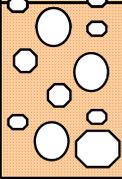
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,3 | Calicata a cielo abierto | | | Material de Relleno - Canto Rodado con % de arena limpia. | |
| 1,50 | Calicata a cielo abierto | M-6 |  | Suelo Aluvional - Correspondiente a Terraza Río Santa - Grava Canto Rodado % de arena - Baja plasticidad - Ligera matrix - Arcilla -limos - Medianamente Compacta. | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - No se ubicó el Nivel Freático. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|---------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -7 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sec.Palmira Alta |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-7 (Sect.Palmira Alta-Zona Ladera-Dist.Independencia)

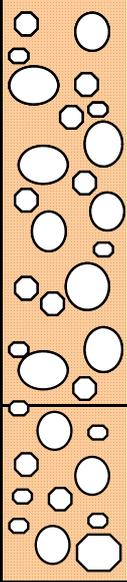
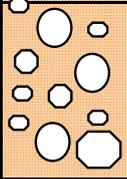
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Capa Suelo Vegetal - Arena % de arcilla- % de gravas | |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-7 |  | Suelo aluvional - Canto Rodado con % de arena - arcilla - Media a Alta Compacidad - Suelo en Ladera | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional (Canto Rodado) - No se ubicó Nivel Freático. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|---------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -8 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sec.Palmira Alta |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.80 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-8 (Sect.Palmira Alta-Zona Ladera-Dist.Independencia)

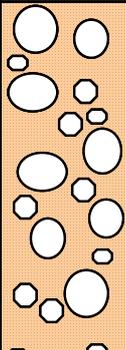
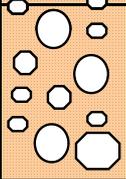
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Capa Suelo Vegetal - Arena % de arcilla- % de gravas | |
| 1,80 | Calicata a cielo abierto | M-8 |  | Suelo aluvional - Canto Rodado con % de arena - arcilla - Media a Alta Compacidad - Suelo en Ladera | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional (Canto Rodado) - No se ubicó Nivel Freático. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -9 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sec.Vichay Alto |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-9 (Sect.Vichay Alto-Zona Ladera-Dist.Independencia)

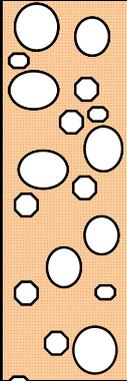
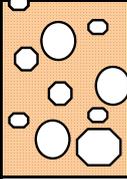
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo Relleno Tierra de Cultivo - % de gravas - Canto Rodado | |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-9 |  | Suelo Aluvional - Grava Canto Rodado con matrix de arcilla - limo - Suelo Media a Alta Compacidad - Media plasticidad - No se ubicó Nivel Freático - Zona Ladera | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional (Canto Rodado) - No se ubicó Nivel Freático - Zona Ladera | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -10 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sec.Vichay Alto |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.70 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-10 (Sector Vichay Alto - Acceso Carretera a Monterrey-Distrito Independencia)

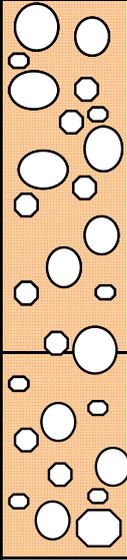
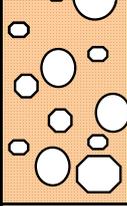
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|--|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Relleno Suelo Grava Canto Rodado - % de Limo - Arcilla | |
| 1,70 | Calicata a cielo abierto | M-10 |  | Suelo Aluvional Canto Rodado con matrix de Arcilla - Limo - Mediana a Alta Compacidad - Media Plasticidad - No se ubicó Nivel Freático | GW |
| | | |  | Potente Estrato Suelo Aluvional - Grava Canto Rodado Compacto | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
 C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -11 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sect.Los Olivos |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-11 (Sector Los Olivos-Acceso Carretera Casma - Huaraz - Distrito Independencia)

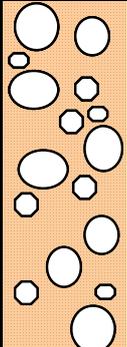
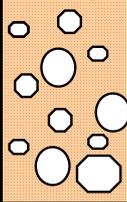
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Capa Suelo Relleno - Afirmado Compactado | |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-11 |  | Suelo Aluvional Canto Rodado - Zona de Ladera - Matrix de Arcilla - Limo - Media a Alta Compacidad - Media Plasticidad. | GW |
| | | |  | Potente Estrato Suelo Aluvional - Grava Compacta. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|-------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -12 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sect.Los Olivos |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.50 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-12 (Sector Los Olivos - Zona Ladera Distrito Independencia)

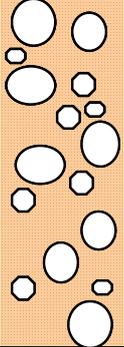
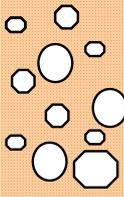
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,30 | Calicata a cielo abierto | | | Capa Suelo Relleno - Afirmado Compactado | |
| 1,50 | Calicata a cielo abierto | M-12 |  | Suelo Aluvional Canto Rodado - Zona de Ladera - Matrix de Arcilla - Limo - Media a Alta Compacidad - Media Plasticidad. | GW |
| | | |  | Potente Estrato Suelo Aluvional - Grava Compacta. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -13 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sect.Monterrey |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.60 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-13 (Sector Monterrey-Zona Ladera-Dist.Independencia)

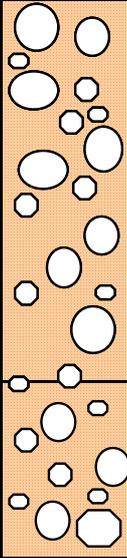
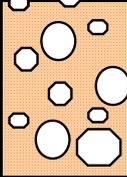
| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo de Tierra de Cultivo con % de gravas - % de Canto Rodado - Arcilla | |
| 1,60 | Calicata a cielo abierto | M-13 |  | Suelo Aluvional - Canto Rodado con una matrix de arcilla - Limo - Mediana plasticidad - No se ubicó Nivel Freático - Zona Ladera. | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - No se ubicó el Nivel Freático. | GW |

ING.MANUEL HERMOZA CONDE
C.I.P.11241-CONSULTOR MECANICA DE SUELOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES - PERFIL SUELO

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|------------------|
| Proyecto | : PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES | Calicata N° | : C -14 |
| Estudio | : Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz | Ubicación | : Sect.Monterrey |
| Desig. de Area | : Distrito de Independencia | Profund.de Excavación | : 1.70 m. |
| Método de Excavación | : Manual - Calicata | Nivel Freático | : No se ubicó |
| Formulado | : M.H.C. | Fecha | : Noviembre 2003 |

CALICATA C-14 (Sector Monterrey-Zona Viviendas-Dist.Independencia)

| PROFUND (MTS.) | TIPO DE EXCAVAC. | MUESTRA | SIMB. | CARACTERISTICA DEL MATERIAL | CLASIFICACION S.U.C.S. |
|----------------|--------------------------|---------|---|---|------------------------|
| 0,40 | Calicata a cielo abierto | | | Suelo de Tierra de Cultivo con % de gravas - % de Canto Rodado - Arcilla | |
| 1,70 | Calicata a cielo abierto | M-14 |  | Suelo Aluvional - Canto Rodado con una matrix de arcilla - Limo - Mediana plasticidad - No se ubicó Nivel Freático - Zona Ladera. | GW |
| | | |  | Potente Estrato de Suelo Aluvional - No se ubicó el Nivel Freático. | GW |

**ANEXO III : ENSAYOS GRANULOMETRICOS-CLASIFICACION DE
SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO(Propiedades
Fisicas)-DISTRITO RESTAURACION(HUARAZ)**

**ANEXO I V : ENSAYOS GRANULOMETRICOS-CLASIFICACION DE
SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO(Propiedades
Fisicas)-DISTRITO INDEPENDENCIA**

**ANEXO V :PANEL FOTOGRAFICO-TRABAJO DE CAMPO-EXCAVACION
DE CALICATAS(20 UNIDADES)-DISTRITO RESTAURACION**

**ANEXOVI :PANEL FOTOGRAFICO-TRABAJO DE CAMPO-EXCAVACION
DE CALICATAS(14 UNIDADES)-DISTRITO INDEPENDENCIA**

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS EXCAVACIONES – CALICATAS
DISTRITO INDEPENDENCIA (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



**FOTO N°1 : Calicata C-1 ; Zona Antaoca –
Suelo aluvional – Gravas con matriz de
arena arcillosa.**



FOTO N°2 : Sector Micropampa – Calicata C-4 – Suelo aluvional

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS EXCAVACIONES – CALICATAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°3 : Sector Micropampa – Suelo Canto rodado aluvional – Media – Alta compacidad – Calicata C-4



FOTO N°4 : Sector Palmira – Calicata C-8 – Zona suelo aluvional

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS EXCAVACIONES – CALICATAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°5 : Sector Monterrey – Zona de ladera – Suelo aluvional - Canto rodado – Calicata C-13

ANEXO VII: PANEL FOTOGRAFICO –RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION(HUARAZ)

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°1 : Vista General Distrito Restauración – Provincia Huaraz – Crecimiento Acelerado Ultimo 10 años



FOTO N°2 : Se indica zonas futuras de Desarrollo Urbano – Sector Cordillera Negra – Areas de Vista Alegre (En acelerado crecimiento urbano – Similar a “Los Olivos”) – 8 de Diciembre

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH

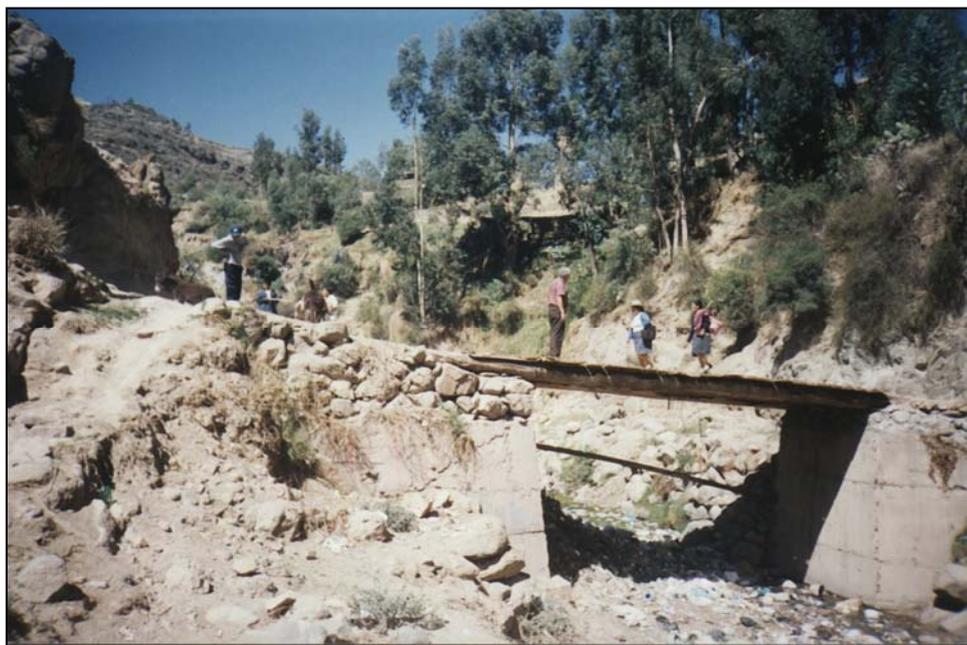


FOTO N°3 : Quebrado Rio Urpay – Divide Sector Vista Alegre – Los Olivos – Necesario Control Urbano y Defensa.



FOTO N°4 : Sector Tacllan Bajo – Rio Seco (Puente Ingreso a Huaraz) - Necesario Continuar MUROS DE DEFENSA (Se observa inicio).

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°5 : Encuentro Río Santa – Río Seco – Acelerado Relleno – Sin Dirección Técnica



FOTO N°6 : A.H. Marzo – Acelerado Relleno – Surgimiento de A.h. por Invasión – Necesario Control Urbano.

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°7: A.H. Río Santa – Relleno Acelerado – Ocupación de Ribera Río Santa – Falta Control Urbano.



FOTO N°8: Necesario Acelerar TRABAJOS DE DEFENSA MUROS – Río Santa – Margen Derecha – Tramo Existente entre Av. Villón – Av. 28 de Julio.

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°9 : Defensa Ribereña Río Santa – Ejecutado como Complemento Urbanístico de la Ciudad (Malecón) – Con Retiro Adecuado a Crecimiento Urbano.



FOTO N°10: Tramo Muro Defensa hasta Prolong. Av. Villón – Requiere Ejecutar Tramo Hasta Río Seco

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°11: Sector Tramo Av. 28 de Julio – encuentro Río Quilcay – Ribera Derecha Río Santa – Crecimiento de Urbanizaciones Sobre Base de Relleno Suelo Aluvional – Control Construcciones – Limitación Altura – Efecto Amplificación Sismica



FOTO N°12: Río Quilcay – Altura Puente Cruce Río Paria – Necesaria Limpieza y Defensa – Divide Distrito Restauración (Provincia Huaraz) – Independencia

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°13 : Corte de Perfil de Lecho Río Quilcay – Rocas Corresponde a Aluvión 1941 – (Actual Construcción Edificio de 10 Pisos a 100m. de Ribera Río – Suelo Alta Resistencia – Peligro Poencial - Aluvión



FOTO N°14: Zona Central Huaraz – Tradicional Barrio de Belén – Nivel Freático 1.00 á 1.50 – Suelo Blando – Arcilloso – Arenoso – Posible Potencial de Licuefacción – Control de Cimentaciones.

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°15: Control de Río Tajamar – Genera Filtraciones Hacia Centro de la Ciudad – Especialmente Barrio Belén – Requiere Completar Encausamiento y Revestimiento – Altura Pedregal Alto



FOTO N°16 : Control Urbano en Franja Aluvional Río Quilcay – Edificios Existente Mayores 4 Pisos.

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGRO DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS – ZONAS DE PELIGROS –
RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°17: Zonas Altas – Control de Deslizamiento – Muros de Contención.

ANEXO VIII: PANEL FOTOGRAFICO –RECOMENDACIONES TECNICAS
DISTRITO INDEPENDENCIA

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS EXCAVACIONES – CALICATAS
DISTRITO INDEPENDENCIA (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°1 : Calicata C-1 ; Zona Antaoca – Suelo aluvional – Gravas con matriz de arena arcillosa.



FOTO N°2 : Sector Micropampa – Calicata C-4 – Suelo aluvional

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS EXCAVACIONES – CALICATAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°3 : Sector Micropampa – Suelo Canto rodado aluvional – Media – Alta compacidad – Calicata C-4



FOTO N°4 : Sector Palmira – Calicata C-8 – Zona suelo aluvional

SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO: PER/02/051 CIUDAD SOSTENIBLES
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE HUARAZ
VISTAS FOTOGRAFICAS EXCAVACIONES – CALICATAS
DISTRITO RESTAURACION (PROVINCIA DE HUARAZ) – DPTO. ANCASH



FOTO N°5 : Sector Monterrey – Zona de ladera – Suelo aluvional - Canto rodado – Calicata C-13

**ANEXO IX : INFORME DE EVALUACION DE Daños-CIUDAD DE
HUARAZ-ANCASH-DICIEMBRE 1970-ING.J.KUROIWA**

