PLANO DE LOCALIZACION









CUADRO DE ÁREAS		
DESCRIPCIÓN	M2	
ÁREA DEL LOTE SEGÚN M.I	5458	
ÁREA CONSTRUIDA PISO 1 GENERAL	636	
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA	636	
ÁREA LIBRE	4822	
NÚMERO DE OCUPANTES		
	ZONA	NÚMERO
	ÁREA DE ENTRENAMIENTO	20
	RECEPCIÓN	1
	ADMINISTRACIÓN	2
TOTAL		23
NÚMERO DE ESTACIONAMIENTOS		
	VEHICULARES	4
	VEHICULAR PMR	1
TOTAL		5
USO DE LA EDIFICACIÓN	FORMACIÓN DEPORTIVA	
ESCALA	ZONAL	
SISTEMA CONTRA INCENDIOS	1. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GABINETE DE MANGUERAS CLASE II	
	2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SIAMESA DOBLE LLAVE EN BRONCE Ø 4" X 2 ½" x 2½"	
	3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN CONEXIÓN DE SIAMESA CON GABINETE DE MANGUERAS	
	4. SALIDA PARA DETECTOR DE HUMO	
	5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DETECTOR DE HUMO FOTOELÉCTRICO INTELIGENTE	
	6. PANEL DE CONTROL FACP	
	7.SIRENA CON ESTROBO	

PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL

ESC 1:1000

Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

A00/23

CUERPO INFORME TOPOGRAFICO

CONSORCIO SINÚ 2024

CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA

Alcaldía de MONTERÍA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

ESTUDIO TOPOGRÁFICO Y GEORREFERENCIACIÓN



JULIO DEL 2024

CONTROL DE REVISIONES		
REV	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN**
1	**(07 - 2024)**	Emitido para construcción -Aplica para informe de topografía.

ESTADO DEL DOCUMENTO		
Versiones	Física/Digital	
1	Física (Ejemplo)	
CONTRATISTA.		
Realizó:	JAMILTON ECHEVERRI DIAZ ING. CIVIL. ESP.MSc	MP. 01-13521 CPNT MP. 22202-269762 COR
Reviso:	FRANCISCO JAVIEL TRONCOSO PINO	MP. 22202188879 COR
CONTRATANTE.		
Aprobó:	SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL	
Aprobó:	EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO DENNISE M. CHICA CABRALES	MP. A41272020-1067957205

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6
2 LOCALIZACIÓN 6
3 SELECCIÓN DEL SISTEMA GLOBAL DE REFERENCIA 8
3.1 Datum geodésico horizontal 8
3.2 Sistema geocéntrico de referencia global 8
3.3 Sistema geocéntrico de referencia de las Américas 9
3.4 Sistema geocéntrico de referencia local 10
3.5 Coordenadas planas en Colombia 13
3.6 Selección de época de entrega información 14
3.7 Modelo de velocidades adoptado 15
3.8 Modelo geoidal para Colombia 16
4 POST – PROCESAMIENTO GPS PARA PRIMER ORDEN (AÑO 2020) 17
4.1 Materialización vértice GPS (Rover) 17
4.2 Selección de antenas GPS y vértices de la red MAGNA 18
4.3 Cálculo de coordenadas y alturas del proyecto 19
4.3.1 Post – procesamiento GPS para asignación de coordenadas 19
4.3.2 Asignación de elevación sobre el nivel del mar 25
4.3.3 Post-procesamiento GPS para asignación de coordenadas tercer orden – Año 2024 27
5 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 30
5.1 Materialización de vértices auxiliares 30
5.2 Metodologia de levantamiento por RTK 32
5.3 Procesamiento de la información 33
5.4 Resultados del estudio topográfico 34
6 EQUIPOS UTILIZADOS 35
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 37
8 BIBLIOGRAFIA 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general 7
Figura 2 Localización específica 7
Figura 3 Identificación semi eje mayor A y semi eje menor B 8
Figura 4 Coordenadas cartesianas tridimensionales 9
Figura 5 Sistema de referencia de las Américas, SIRGAS 10
Figura 6 Componente red activa y pasiva del IGAC 11
Figura 7 Red pasiva y activa del IGAC 12
Figura 8 Sistema de proyección cartográfica Gauss – Kruger 13
Figura 9 Modelo de velocidades VEMOS 2009 16
Figura 10 Modelo geoidal (cuasi geoidal) para Colombia GEOCOL 2004 17
Figura 11 Selección de antenas y vértices de la red MAGNA 19
Figura 12 Diagrama de vectores antenas de control – BASE 20
Figura 13 Tiempo de rastreo antenas de control – Base 21
Figura 14 Coordenadas ajustadas de la Base 21
Figura 15 Localización vértice Base 21
Figura 16 Tiempo de rastreo antena Montería – Base 22
Figura 17 Diagrama de vectores antena Montería – Base. 22
Figura 18 Tiempo de rastreo Base SERTET - BMs 23
Figura 19 Coordenadas ajustadas vértices BMs 23
Figura 20 Diagrama de vectores Base – vértices BMs 24
Figura 21 Secuencia para cálculo de altura sobre el nivel del mar 26
Figura 22 Tiempo de rastreo BM1 de control – GPS del proyecto 28
Figura 23 Diagrama de vectores GPS del proyecto 29
Figura 24 Coordenadas ajustadas GPS del proyecto 30
Figura 25 localización de traslado 31
Figura 26 Vértices de control BMs 31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas Orígenes cartesianos época 2018.00 13
Tabla 2 Calendario juliano año bisiesto 15
Tabla 3 Coordenadas semanales de las antenas seleccionadas 20

Tabla 4 Coordenadas de la BASE época 2018.00 25
Tabla 5 Coordenadas de los vértices del proyecto BMs época 2018.00 25
Tabla 6 Vértices seleccionados de la red pasiva del IGAC 26
Tabla 7 Calculo de altura sobre el nivel del mar BASE 26
Tabla 8 Calculo de altura sobre el nivel del mar vértices del proyecto BMs 27
Tabla 9 Verificación de elevación SNMM vértices de la red pasiva 27
Tabla 10 Poligonal de Control 32
Tabla 11 Resumen de Cartera Coordenadas del Levantamiento Topográfico 33
Tabla 12 Coordenadas definitivas del vértice BM1 34
Tabla 13 Coordenadas definitivas del vértice BM3 35
Tabla 14 Coordenadas definitivas del vértice GPS1 35
Tabla 15 Coordenadas definitivas del vértice GPS2 35
Tabla 16 Coordenadas definitivas del vértice GPS3 35
Tabla 17 Coordenadas definitivas del vértice GPS4 35
Tabla 18 Total de puntos levantados 35
Tabla 19 Relación de equipos utilizados 36

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Materialización vértice BM1 y BM3 18
Fotografía 2 Materialización vértice Base 23
Fotografía 3 Materialización vértice GPS1, GPS2, GPS3 y GPS4 28

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 ARCHIVOS CRUDOS (NO IMPRIMIR)
ANEXO 2 EQUIPOS
ANEXO 3 POST PROCESAMIENTO GPS
ANEXO 4 FORMATO DE POSICIONAMIENTO
ANEXO 5 POLÍGONO DE CONTROL RTK
ANEXO 6 CARTERA DE COORDENADAS
ANEXO 7 PLANOS TOPOGRÁFICOS
ANEXO 8 REGISTRO FOTOGRÁFICO

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la solicitud presentada se realizó el estudio topográfico y georreferenciación para **"CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA"** El insumo base para cualquier proyecto de ingeniería relacionada con la construcción es la topografía, ya que sobre esta se pueden realizar mediciones, localizaciones, referenciaciones y cuantificación de cantidades de obra y movimientos de tierra.

Con este informe se busca soportar las diferentes actividades realizadas para la georreferenciación y levantamiento topográfico, describiendo de manera precisa las metodologías utilizadas durante los trabajos de campo para la obtención de la información que posteriormente debe ser procesada durante un trabajo de oficina haciendo uso tanto de software grafico como software de cálculo.

El desarrollo del trabajo se divide en dos componentes. El primer componente es la georreferenciación proceso en el cual se realiza una integración de la zona de estudio a un sistema de información geográfico certificado, para lo cual se hará uso de equipos GPS doble frecuencia y posteriormente se realizará un post procesamiento de la información colectada en campo para realizar los ajustes pertinentes. El segundo componente es el levantamiento topográfico, para lo cual se utilizarán metodologías establecidas durante muchos años las cuales han brindado confiablidad en la captura de datos de campo, los cuales deben ser procesados para generar planos topográficos que describan de manera gráfica los diferentes atributos de campo y las diferentes geoformas de la superficie.

Cabe resaltar que las diferentes actividades de georreferenciación y topográficas están sometidas a un grado de precisión los cuales serán garantizados dentro de su rango por esta consultoría. La importancia de lo mencionado es garantizar durante el desarrollo de la ingeniería tener todas las herramientas graficas respecto a la topografía para generar diseños confiables y certeros. El levantamiento topográfico también garantizará en el momento de cuantificar volúmenes de excavación o de relleno, una alta precisión en los cálculos respectivos, minimizando los errores relativos en los cálculos.

2 LOCALIZACIÓN

El levantamiento se realizó en el casco urbano del municipio Montería, departamento del Córdoba.

El estudio topográfico y georreferenciación se realizó en el sitio de estudio correspondiente al proyecto, centroide con coordenadas geográficas datum WGS84 latitud N8° 44' 31.31" Longitud W75° 52' 09.90" y altura nivelada media 13.732 msnm.

En las **figuras 1 y 2** se puede observar la localización general y especifica del levantamiento Topográfico, Municipio de Montería, Departamento de Córdoba.



Fuente: Google Earth y Wikipedia
Figura 1 Localización general



Fuente: Google Earth
Figura 2 Localización especifica

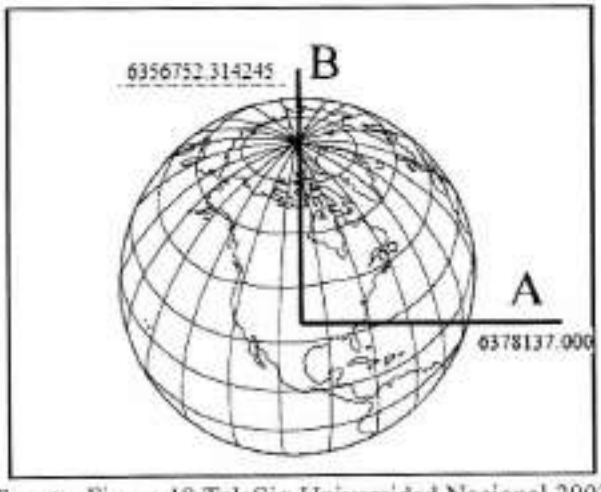
3 SELECCIÓN DEL SISTEMA GLOBAL DE REFERENCIA

La selección del sistema global de referencia, se convierte en la primera referencia global que permite ubicar el desarrollo del en un sistema de coordenadas conocido y estandarizado. De lo anterior, la necesidad de especificar el sistema seleccionado dado que será el insumo de control geográfico. A continuación, se especifica el sistema de referencia adoptado según la normatividad vigente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

3.1 Datum geodésico horizontal

Se conoce como el conjunto de mediciones que definen la orientación de un elipsoide de referencia en la superficie terrestre. Conocer el datum geodésico de referencia, permite conocer dimensiones de una superficie cartográfica de una región especifica. Para Colombia, el datum geodésico de referencia es el WGS-84, cuyo elipsoide asociado a este sistema es GRS80.

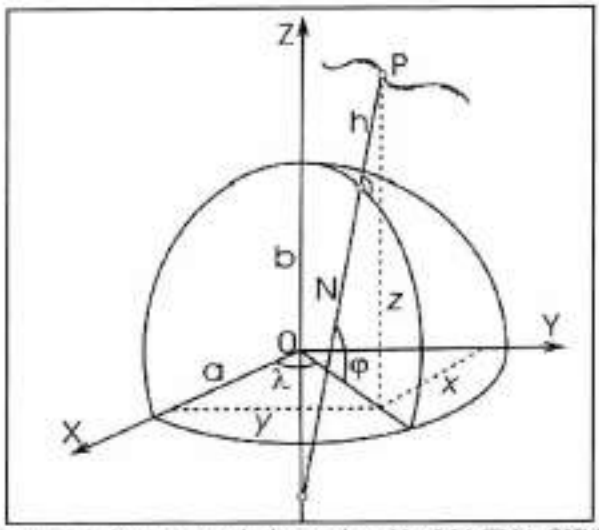
Normalmente, los sistemas de referencia o datum geodésico de cada elipsoide, están asociados a longitudes de un semi eje mayor y semi eje menor, ver **figura 3.**



Fuente: Figura 18 TeleSig-Universidad Nacional 2003
Figura 3 Identificación semi eje mayor A y semi eje menor B

3.2 Sistema geocéntrico de referencia global

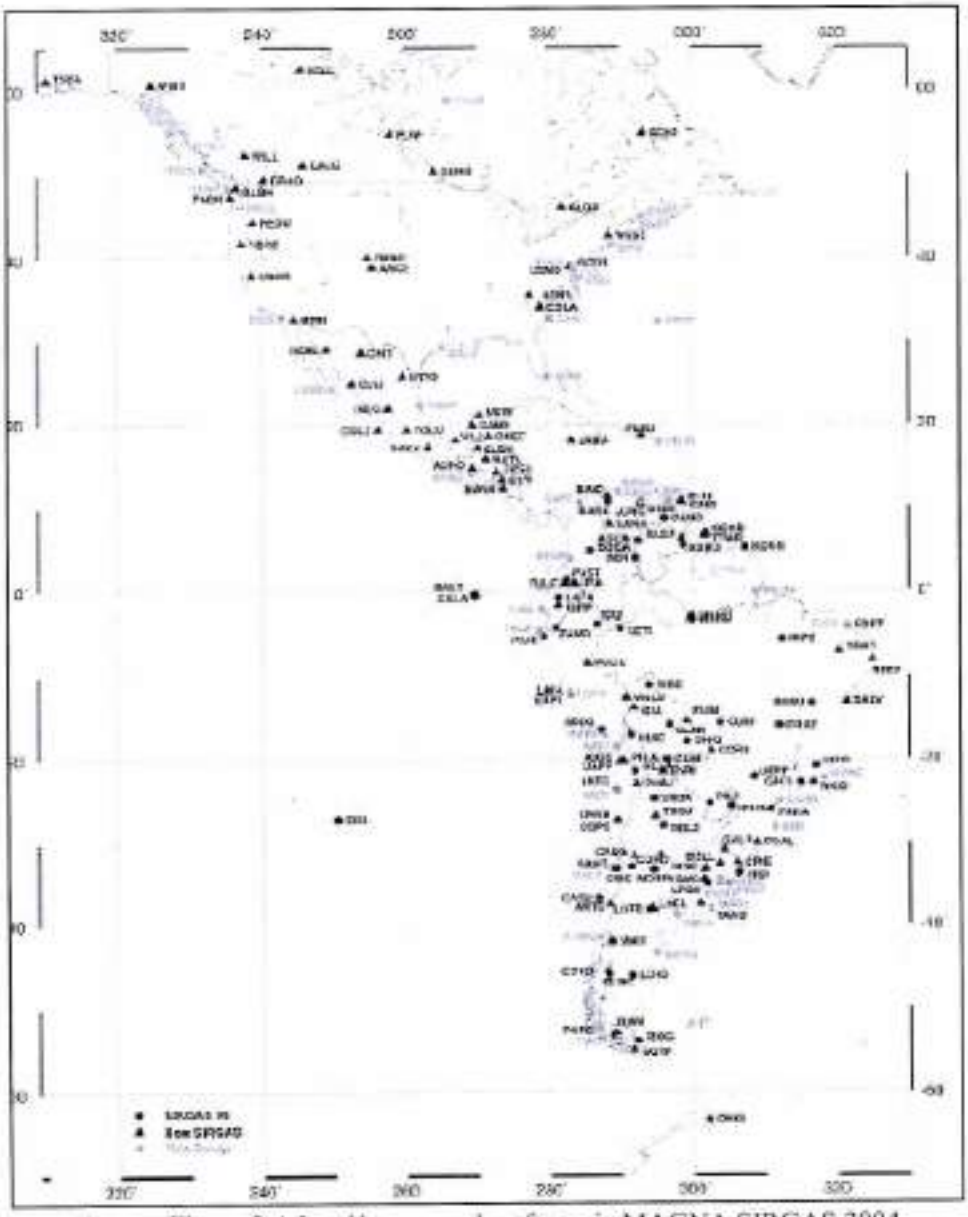
Sistema de coordenadas que tiene como origen el centro de la tierra y los puntos coordenados se definen de forma cartesiana por medio de líneas paralelas desde su origen (centro de la tierra) con coordenadas ***Xo, Yo y Zo*** (ver **figura 4**). El sistema geocéntrico de referencia adoptado por Colombia según el IGAC, es el ITRF 2014 (International Terrestrial Reference Frame 2014).



Fuente: Figura 4.1 Aspectos prácticos adopción MAGNA SIRGAS 2004
Figura 4 Coordenadas cartesianas tridimensionales

3.3 Sistema geocéntrico de referencia de las Américas

El IGAC ha adoptado como sistema de referencia de coordenadas local, el sistema MAGNA SIRGAS *(Marco Geocéntrico Nacional de Referencia – Sistema de Referencia Geocéntrico de las Américas).* El cual está compuesto por una red de estaciones GPS de alta precisión distribuidos en América del Sur. Esta red fue determinada entre los años 1994, 1995 y 1997, con una reocupación de otras antenas en el año 2007. La red MAGNA SIRGAS, corresponde a una integración de la red del Marco internacional de Referencia Terrestre (ITRF) a través de la vinculación por medio del sistema SIRGAS, Lo que garantiza que los procesos de amarres geodésicos en Colombia están asociados a un sistema de referencia global. En la **figura 5,** se observa la red SIRGAS.



Fuente: Figura 8 Adopción marco de referencia MAGNA SIRGAS 2004
Figura 5 Sistema de referencia de las Américas, SIRGAS

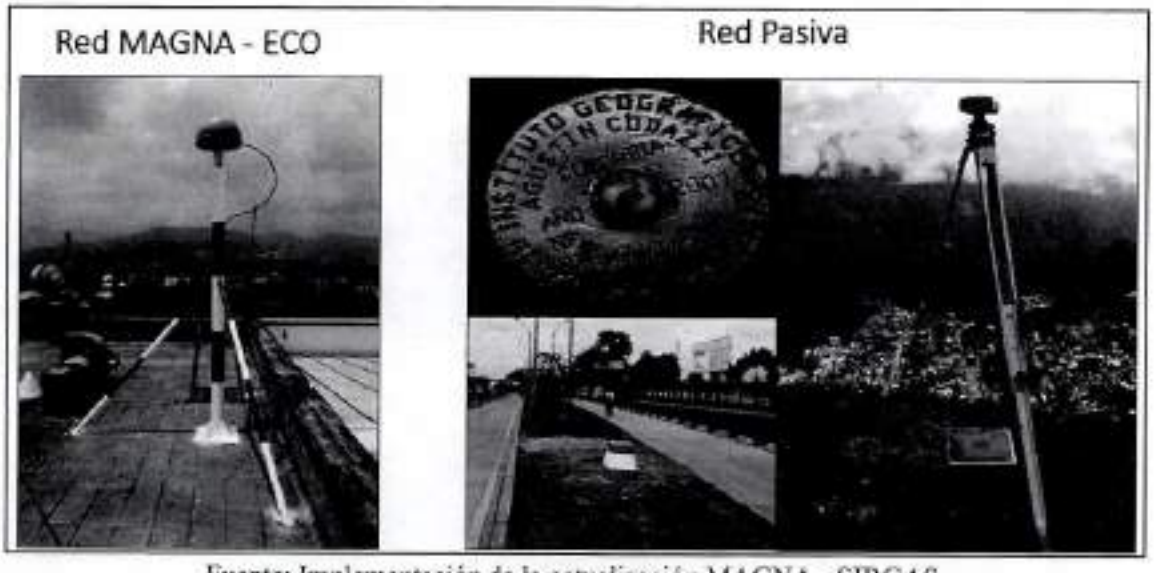
3.4 Sistema geocéntrico de referencia local

El sistema de referencia local MAGNA, está compuesto por una red de GPS de 62 estaciones localizadas en diferentes ciudades del territorio nacional ***(red activa)*** y 6966 vértices materializados a lo largo del país ***(red pasiva)***. Estas dos redes, componen la red geodésica adoptada por Colombia y administrada por el IGAC, la cual sirve de referencia para procesos catastrales, geográficos, topográficos y desarrollo de proyectos de ingeniería. Tal información, puede ser obtenida de los datos abiertos de la página del IGAC (Geodesia), en formato shapefile.

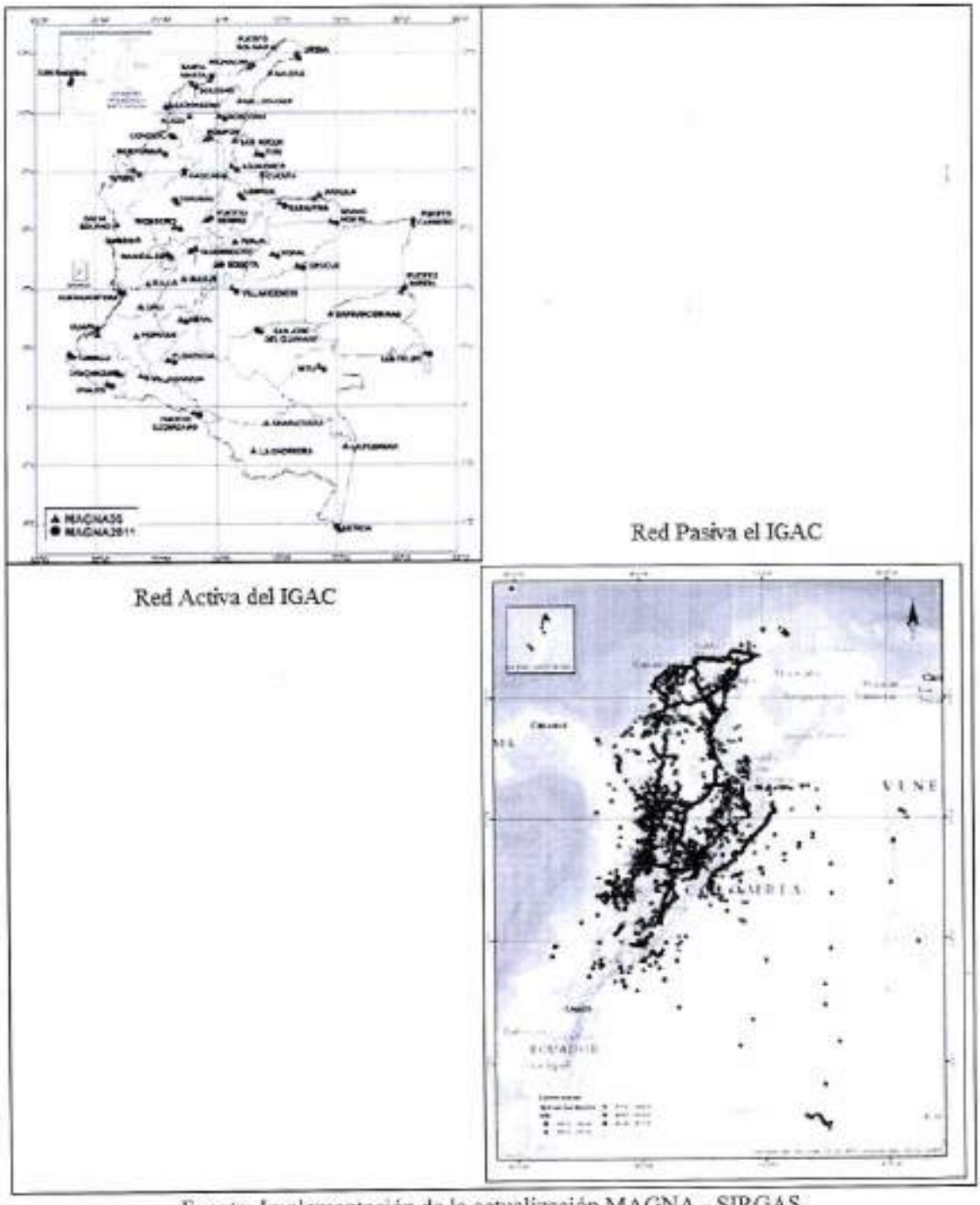
La información de la red activa del IGAC, se puede obtener de manera mensual de la página coordenadas semanales, sistema de referencia (http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/coordinates/weekly-positions/), en donde se cargan las coordenadas ajustadas en épocas recientes de la red MAGNA SIRGAS y los archivos Rinex de las antenas GPS, de pueden descargar de la página del IGAC, datos abiertos (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-geodesia), archivos rinex (FTP); página online donde el IGAC carga para uso libre los archivos rinex colectados en las antenas GPS. Los archivos mencionados anteriormente componen la información primordial para realizar un ajuste por post-proceso de información GPS (***latitud, longitud y altura elipsoidal)*** para proyectos, en este caso particular de Ingeniera y Topografía.

La información de la red pasiva del IGAC, se puede obtener de la página del IGAC (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-geodesia - Datos Coordenados Red Geodésica Nacional Nuevo ITRF 2014); Archivo en formato .**xls**, en el cual esta consignada la información de los 6966 vértices materializados en todo el país. Esta información es de gran utilidad en caso de no usar la red activa para el posicionamiento de GPS base en la red pasiva y GPS rover en la zona del proyecto a desarrollar. Adicional, es de gran importancia para la asignación de altura sobre el nivel del mar, ya que estos vértices, contienen información necesaria para tal obtención.

En la **figura 6**, se puede observar el componente físico de la red activa MAGNA – ECO y el modelo tipo de los vértices materializados de la red pasiva. Adicional en la **figura 7**, se puede observar la ubicación en el territorio nacional de la red activa y pasiva respectivamente.



Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS
Figura 6 Componente red activa y pasiva del IGAC

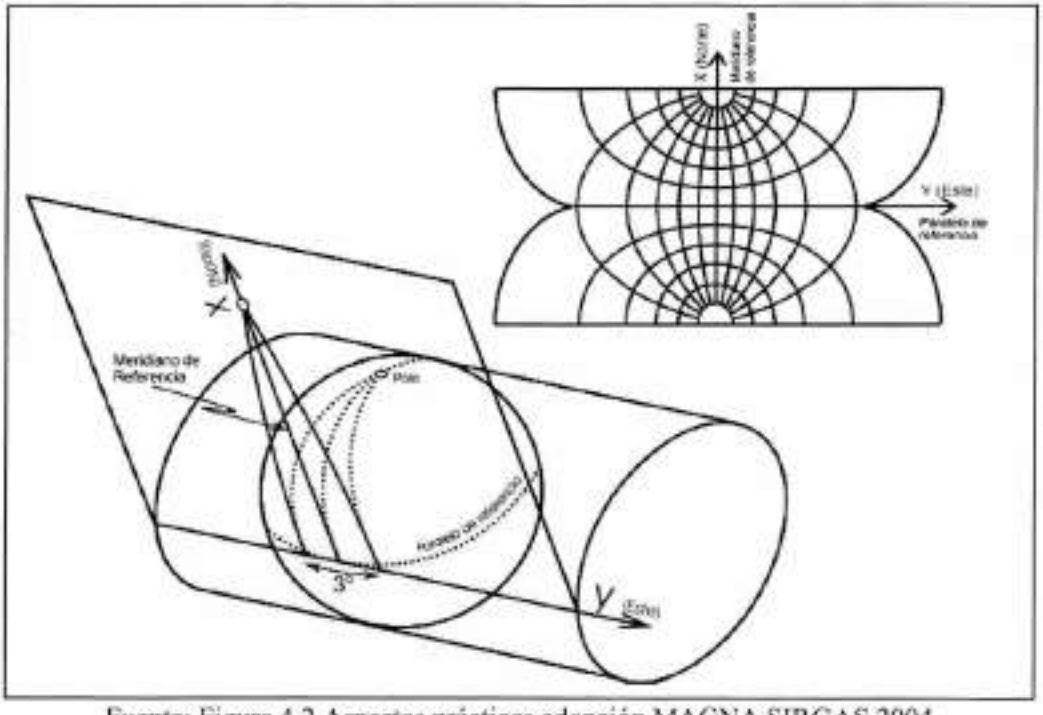


Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS
Figura 7 Red pasiva y activa del IGAC

3.5 Coordenadas planas en Colombia

Dada la dificultad de trabajar en un sistema de coordenadas tridimensional como sistema el sistema de coordenadas geocéntrico o elipsoidal, en Colombia se estableció un sistema de coordenadas planas denominado sistema cartográfico Gauss – Kruger, el cual corresponde a la proyección de coordenadas para Colombia en función de los meridianos y paralelos sobre un plano horizontal (sistema bidimensional). Normalmente, este sistema esta expresado en coordenadas norte y este después de transformar coordenadas geocéntricas y elipsoidales.

Colombia adopto 5 orígenes cartesianos para el desarrollo de proyectos dentro del territorio nacional, los cuales permiten encausar el área de estudio al origen más cercano y así evitar que la distorsión por curvatura terrestre, se convierta en un problema de posicionamiento global. En la **figura 8,** se observa la proyección cartográfica adoptada por Colombia y en la **tabla 1,** las coordenadas de los orígenes cartesianos actualizados al sistema de referencia geocéntrico ITFS 2014, **época 2018.00.**



Fuente: Figura 4.2 Aspectos prácticos adopción MAGNA SIRGAS 2004
Figura 8 Sistema de proyección cartográfica Gauss – Kruger

Origen	Coordenadas elipsoidales		Coordenadas Gauss-Krüger	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Norte [m]	Este [m]
Bogotá - MAGNA	4° 35' 46,3316"	74° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Este Central – MAGNA	4° 35' 46,3316"	71° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Este Este – MAGNA	4° 35' 46,3316"	68° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Oeste – MAGNA	4° 35' 46,3316"	77° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Oeste Oeste - MAGNA	4° 35' 46,3316"	80° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Insular	4° 35' 46,3316"	83° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0

Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS
Tabla 1 Coordenadas Orígenes cartesianos época 2018.00

3.6 Selección de época de entrega información

Una vez identificada la red geocéntrica de referencia, es necesario conocer la época en la cual será entregada la información geodésica del proyecto. Cabe aclarar que la información GPS es colectada en tiempo real para realizar el post-procesamiento. Sin embargo, la entrega de las coordenadas de localización del proyecto, deben ser convertidas a época de certificada por el IGAG, época actualizada durante la campaña de *(Implementación de la Actualización del Marco Geocéntrico de Referencia MAGNA-SIRGAS. Resultados y Observaciones)*. En donde se establece que la época de entrega de información es: **época 2018.00**, ITRF 2014.

En este punto del trabajo, es de vital importancia aclarar que, la entrega de información en época certificada será aclarada y especificada en los diferentes anexos, etapas y planos de estudio, ya que, de no ser así, se podría incurrir en una errónea selección de las coordenadas del proyecto durante la etapa constructiva, lo cual podría generar desfases en los replanteos y referencias de los elementos diseñados. Dicho lo anterior, las coordenadas de los trabajos desarrollados actualmente (tiempo real), deben ser transformados a época certificada. La obtención de la época del posicionamiento se halla mediante la **expresión 1**.

$$Ep = A + \frac{Dj}{365} \qquad EC\ 1$$

Donde

Ep = Época de posicionamiento
A = Año de posicionamiento
Dj = Día Juliano

Julian Day Table

Add one to day number for leap years: 1972, 1976, 1980, 1984, 1988, 1992, 1996, 2000, 2004, 2008, 2012, 2016, 2020

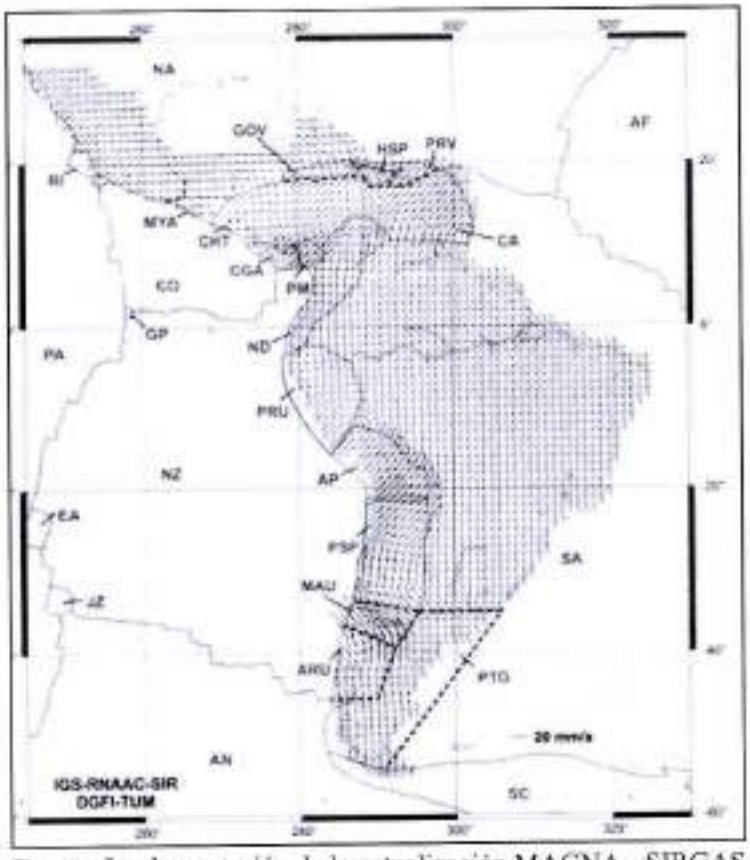
Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	001	032	060	091	121	152	182	213	244	274	305	335
2	002	033	061	092	122	153	183	214	245	275	306	336
3	003	034	062	093	123	154	184	215	246	276	307	337
4	004	035	063	094	124	155	185	216	247	277	308	338
5	005	036	064	095	125	156	186	217	248	278	309	339
6	006	037	065	096	126	157	187	218	249	279	310	340
7	007	038	066	097	127	158	188	219	250	280	311	341
8	008	039	067	098	128	159	189	220	251	281	312	342
9	009	040	068	099	129	160	190	221	252	282	313	343
10	010	041	069	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	011	042	070	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	012	043	071	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	013	044	072	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	014	045	073	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	015	046	074	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	016	047	075	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	017	048	076	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	018	049	077	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	019	050	078	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	020	051	079	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	021	052	080	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22	022	053	081	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	023	054	082	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	024	055	083	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	025	056	084	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	026	057	085	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	027	058	086	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	028	059	087	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29	029		088	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30	030		089	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31	031		090		151		212	243		304		365

Tabla 2 Calendario juliano año bisiesto

El día juliano, se halla en la **tabla 2** para año bisiesto; para año no bisiesto se debe restar un día a cada día después del 01 de marzo. Para la transformación de coordenadas en función de la época, será empleado el software Magna Sirgas Pro 4.2

3.7 Modelo de velocidades adoptado

El cálculo de velocidades de la red SIRGAS, se realizó con base en las estaciones de la red GPS en funcionamiento, basado en procesos y proyectos de desarrollo geodinamico. Con el modelo de velocidades, se busca determinar el desplazamiento de un punto en la superficie en función del desplazamiento del centro de la tierra causado por movimientos telúricos a través del tiempo. Esta consultoría, opta como uso del modelo de velocidades, el modelo VEMOS 2009. Ver **figura 9.**



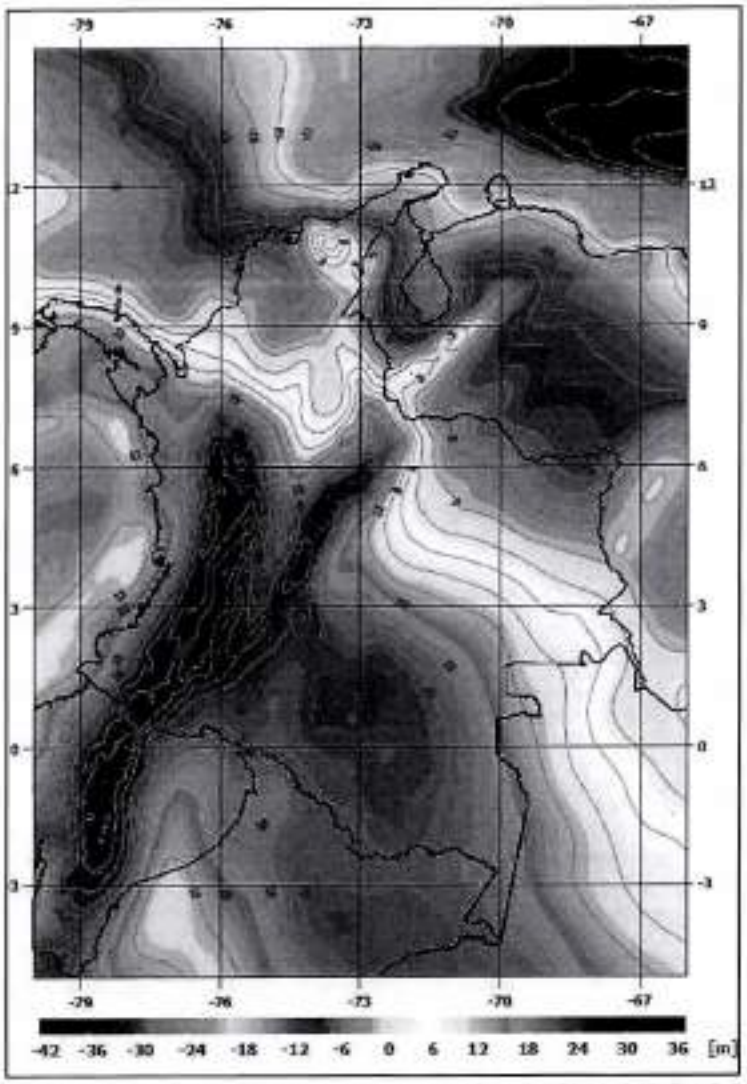
Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS
Figura 9 Modelo de velocidades VEMOS 2009

3.8 Modelo geoidal para Colombia

Partiendo del sistema tridimensional MAGNA SIRGAS, se puede obtener la altura elipsoidal de diferentes vértices y antenas por medio de la información certificada del IGAC y la red SIRGAS. Sin embargo, la obtención de altura de referencia para Colombia, es la altura sobre el nivel medio del mar; información que se obtiene a partir de un proceso de gravedad terrestre y de un sistema vertical de referencia (modelo geoidal, GEOCOL 2004). Ver **figura 10**.

Para la asignación de altura o elevación con referencia del nivel medio del mar, se aplica la metodología especificada en la guia "*guía metodológica para la obtención de alturas sobre el nivel medio del mar utilizando el sistema GPS*"; metodología que especifica el proceso secuencial y lógico para asignar alturas haciendo uso de tecnología GPS. Es necesario aclarar, que para la aplicación del método es necesario conocer la altura elipsoidal y la ondulación geoidal.

- ✓ Altura elipsoidal: corresponde a la altura medida a partir de la normal elipsoidal medida como la distancia entre la superficie del elipsoide y el punto de medición.
- ✓ Ondulación Geoidal: corresponde a la distancia que hay entre el geoide y el elipsoide la cual es medida como referencia la línea real de una plomada influenciada por el efecto de la gravedad.



Fuente: Figura 2.7 Aspectos prácticos adopción MAGNA SIRGAS 2004
Figura 10 Modelo geoidal (cuasi geoidal) para Colombia GEOCOL 2004

4 POST – PROCESAMIENTO GPS PARA PRIMER ORDEN (AÑO 2020)

Una vez especificado el sistema de referencia geocéntrico tridimensional y el sistema de referencia cartográfico bidimensional, se procede a realizar el post-procesamiento de información GPS por medio de corrección diferencial. El procedimiento se explica a continuación:

4.1 Materialización vértice GPS (Rover)

Antes de iniciar el posicionamiento GPS para el proyecto, se materializo una línea base de control por medio de dos vértices denominados **BM1 y BM3,** base la cual serán el punto de partida para los diferentes procesos topográficos. En este caso la línea base se materializa con puntillas de acero y delimitados con pintura. La materialización de los puntos de control se realiza en áreas despejadas

donde se encuentre la menor cantidad de obstáculos que puedan interferir con la colección de datos satelitales y así garantizar la mayor precisión durante el post proceso. En la **fotografía 1,** Se puede evidenciar el posicionamiento GPS en campo del **BM 1 y BM3.**

	
Posicionamiento GPS Doble Frecuencia BM1	Posicionamiento GPS Doble Frecuencia BM3

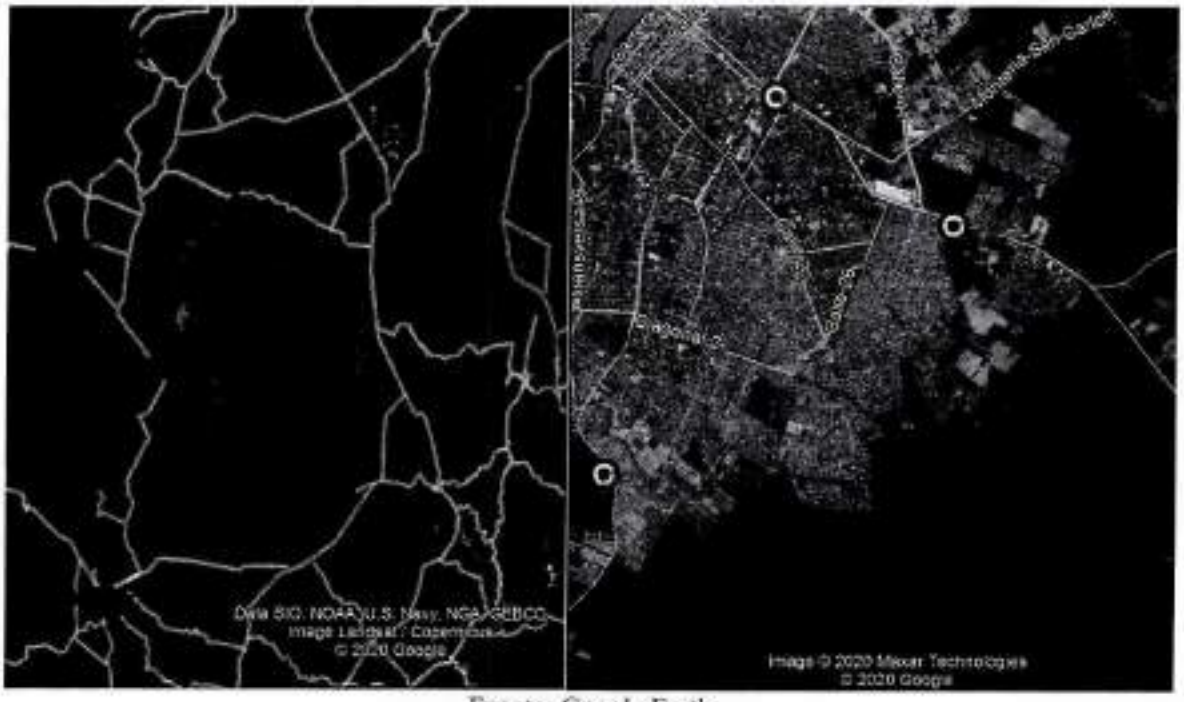
Fuente: Fotografía tomada en campo
Fotografía 1 Materialización vértice BM1 y BM3

4.2 Selección de antenas GPS y vértices de la red MAGNA

Una vez materializados los vértices GPS se debe seleccionar las antenas de la red activa para asignación de coordenadas y el vértice de la red pasiva para asignación de altura sobre el nivel del mar. Tal selección se realiza en función de la ubicación de los vértices materializados en el área de estudio y se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Las antenas seleccionadas de la red activa, se deben encontrar dentro del marco geocéntrico nacional (MAGNA) con sistema de referencia geocéntrico para las Américas (SIRGAS). Adicional, se deben seleccionar las antenas más cercanas al área del proyecto y garantizar un rastreo mínimo de 3.5 min por kilómetro de distancia. Ver **figura 11.**

- ✓ Los vértices seleccionados de la red pasiva, se deben encontrar a una distancia no mayor a 18 km con la finalidad de no afectar el proceso de cálculo por la presencia de la curvatura de la tierra. Ver **figura 11.**



Fuente: Google Earth
Figura 11 Selección de antenas y vértices de la red MAGNA

4.3 Cálculo de coordenadas y alturas del proyecto

Una vez materializados los vértices del proyecto, posicionado el equipo GPS doble frecuencia (**anexo 2**) y realizada la colección de información satelital (**anexo 1**), se procede a realizar el cálculo de las coordenadas del proyecto siguiendo la secuencia presentada a continuación:

4.3.1 Post – procesamiento GPS para asignación de coordenadas

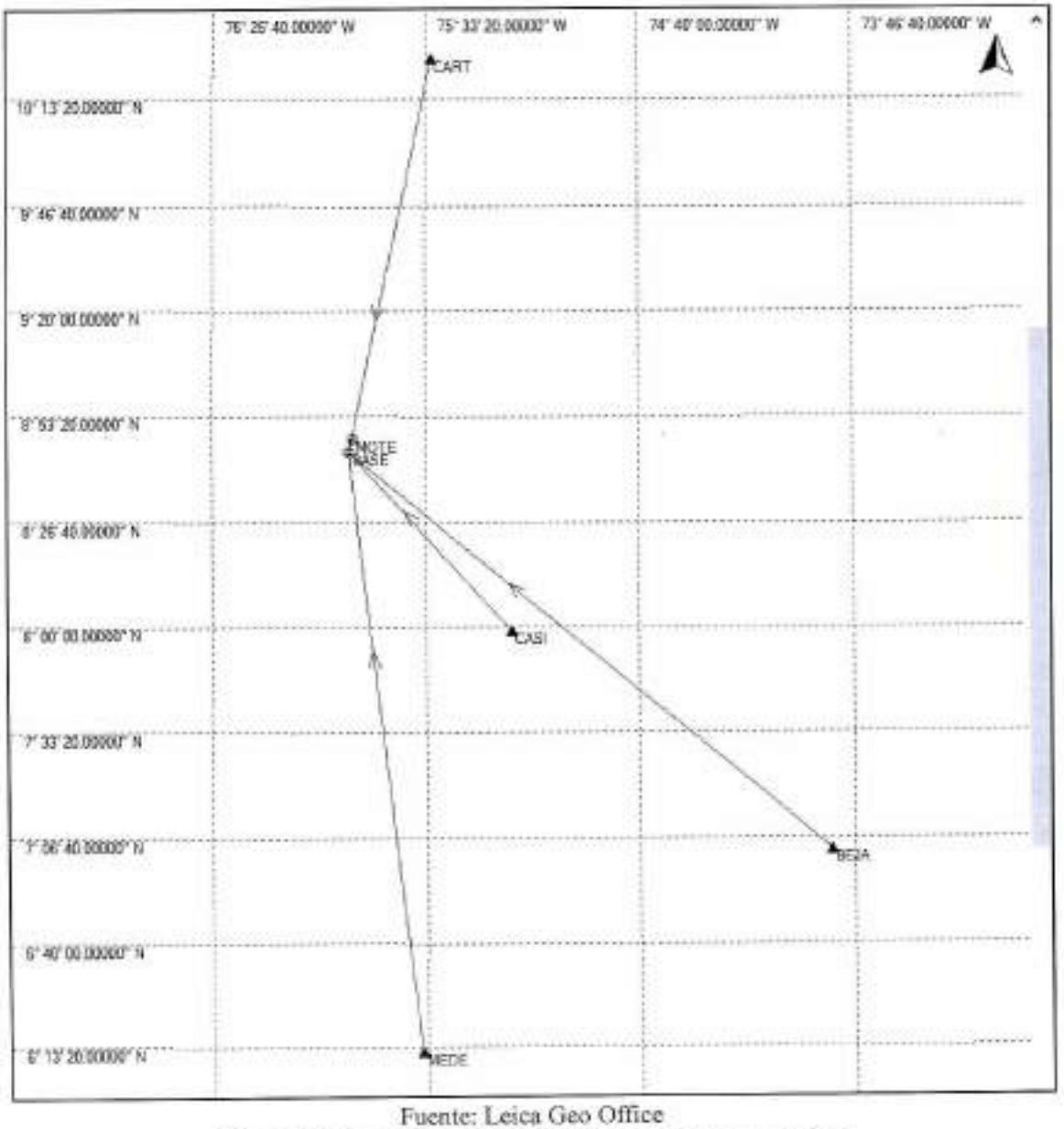
El post procesamiento GPS se logra haciendo uso del software Leica Geo Office, el cual solicita definir los puntos de control, en este caso serán las antenas seleccionadas de la red activa del IGAC y solicita los vértices a ajustar, en este caso serán los vértices del proyecto. Con la finalidad de cumplir los tiempos mínimos de rastreo establecidos como recomendación por el IGAC, la empresa SERTET SAS, realizo el siguiente procedimiento.

- ✓ En primera instancia, se seleccionaron 4 antenas de la red activa del IGAC (**tabla 3 y figura 11**) como Atenas de control. Posteriormente, se seleccionó un vértice denominado Base ubicada en la ciudad de Montería como antena a ajustar; tal procedimiento se realizó ya que la antena de Montería no cuenta con coordenadas semanales reportadas por la red SIRGAS; el ajuste de la antena mencionada anteriormente, se realizó por doble determinación triangulando desde las 4 antenas seleccionadas. En la **figura 12** se observa el diagrama de vectores, en la **figura 13** el tiempo de rastreo y en la **figura 14** las coordenadas ajustadas de la antena de Montería.

LOCAL GEODETIC DATUM: IGS14				EPOCH: 2020-03-25 12:00:00	
NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	FLAG
94	BEJA 41947M001	1758063.06216	-6081158.65787	778801.16465	A
123	CART 41902M001	1567368.76750	-6075293.43147	1142850.96726	A
126	CASI 41914S001	1613574.51558	-6107148.75242	880567.95909	A
396	MEDE 41921S001	1579608.49504	-6142783.86164	684362.52389	A

Fuente: http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/coordinates/weekly-positions/

Tabla 3 Coordenadas semanales de las antenas seleccionadas



Fuente: Leica Geo Office

Figura 12 Diagrama de vectores antenas de control – BASE

Point Id	Point Cl...	Start	End	Duration	GNSS Type
MEDE	Control	05/01/2020 18:59:46	05/02/2020 18:59:11	23h 59'...	GPS/GLONASS
BEIA	Control	05/01/2020 18:59:46	05/02/2020 18:59:11	23h 59'...	GPS/GLONASS
CART	Control	05/01/2020 18:59:46	05/02/2020 18:59:11	23h 59'...	GPS/GLONASS
CAS	Control	05/01/2020 18:59:46	05/02/2020 18:59:11	23h 59'...	GPS
MOTE	Adjusted	05/01/2020 18:59:46	05/02/2020 18:59:11	23h 59'...	GPS



Fuente: Leica Geo Office
Figura 13 Tiempo de rastreo antenas de control – Base

Point Id:	BASE	☑ Activated	
Point Class:	Adjusted		
Point Subclass:	Adjusted position and height		
Coordinate Type:	Geodetic	WGS84	Local
Coordinate Format:	Latitude, Longitude, Height		
Height Mode:	Ellipsoidal	Orthometric	
Latitude:	8° 44' 32.54528" N	Standard deviation:	0.021 m
Longitude:	75° 52' 33.23051" W	Standard deviation:	0.0321 m
Height:	17.0753 m	Standard deviation:	0.0622 m

Fuente: Leica Geo Office
Figura 14 Coordenadas ajustadas de la Base

- ✓ En segunda instancia, desde las antenas, se ajustó un vértice materializado y denominado BASE; vértice de control para los diferentes proyectos que típicamente desarrolla la presenta empresa consultora. El vértice materializado, se encuentra en la ciudad de Montería como se observa en la **figura 15**, En la **figura 16** se observa el tiempo de rastreo, en la **figura 14** las coordenadas ajustadas de la base SERTET, en la **figura 17** el diagrama de vectores y en la **fotografía 2** el posicionamiento del equipo GPS sobre el vértice.



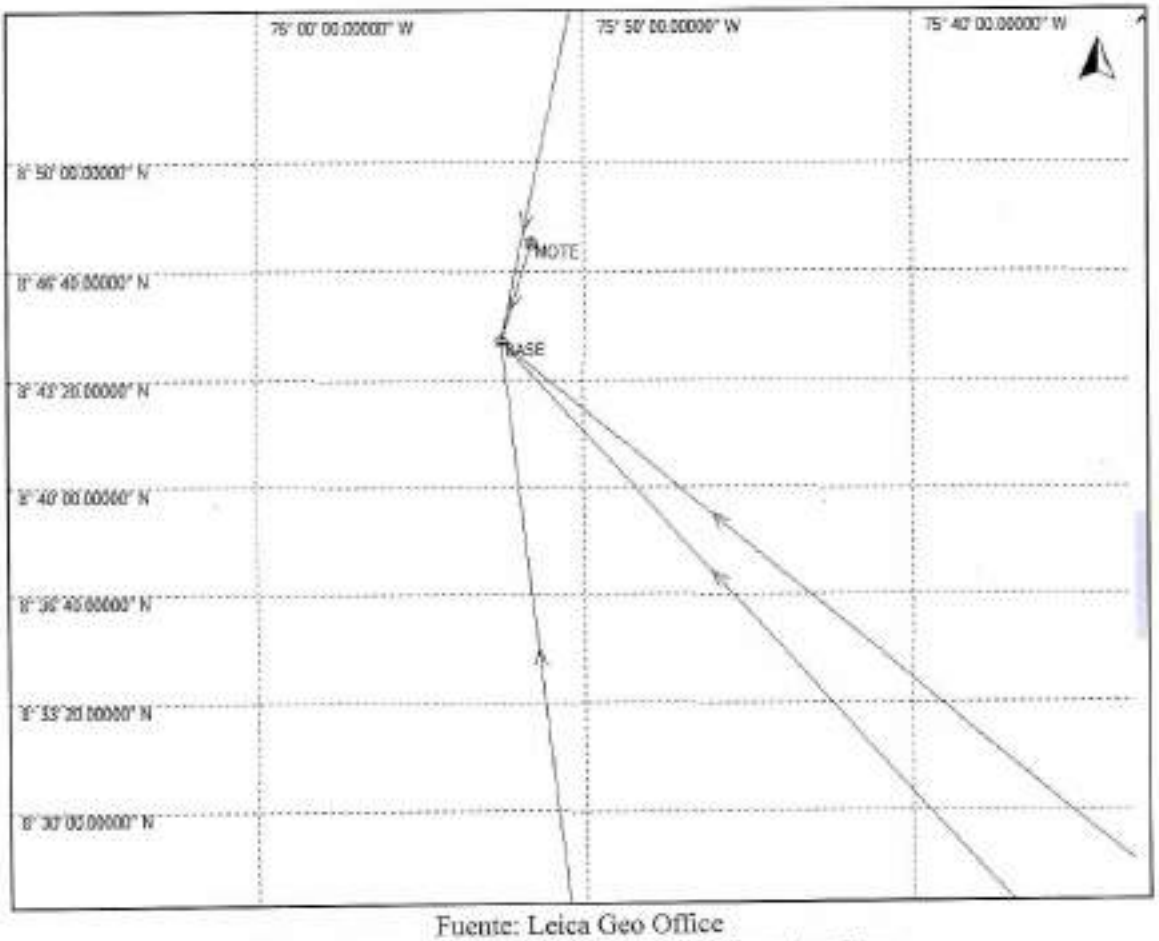
Fuente: Google Earth
Figura 15 Localización vértice Base

Point Id	Point ...	Start	End	Durat...	GNSS Type
MEDE	Control	05/01/2020 18:59:44	05/02/2020 18:59:29	23h 59'...	GPS/GLONASS
BEJA	Control	05/01/2020 18:59:44	05/02/2020 18:59:29	23h 59'...	GPS/GLONASS
CART	Control	05/01/2020 18:59:44	05/02/2020 18:59:29	23h 59'...	GPS/GLONASS
CASI	Control	05/01/2020 18:59:44	05/02/2020 18:59:29	23h 59'...	GPS
MOTE	Adjusted	05/01/2020 18:59:44	05/02/2020 18:59:29	23h 59'...	GPS
BASE	Adjusted	05/02/2020 09:26:06	05/02/2020 11:59:28	2h 33' ...	GPS



Fuente: Leica Geo Office

Figura 16 Tiempo de rastreo antena Montería – Base



Fuente: Leica Geo Office

Figura 17 Diagrama de vectores antena Montería – Base.



Posicionamiento GPS-Base

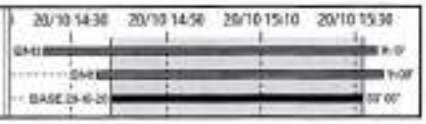


Vertice Materializado Base

Fuente: Fotografía tomada en campo
Fotografía 2 Materialización vértice Base.

- ✓ Por último, desde la BASE se ajusta los vértices de control materializados en el área de influencia del proyecto objeto de estudio aplicando la metodología presentada anteriormente complementando que, las coordenadas de la BASE, deben ser actualizadas a la época del posicionamiento GPS de los vértices del proyecto BMs; tal proceso se realiza asistido por el software Magna Sirgas Pro 4.2. El posicionamiento GPS en los vértices, se observa en la **fotografía 1.** En la **figura 18** se observa el tiempo de rastreo, en la **figura 19** las coordenadas ajustadas de Los BMs y en la **figura 20** el diagrama de vectores.

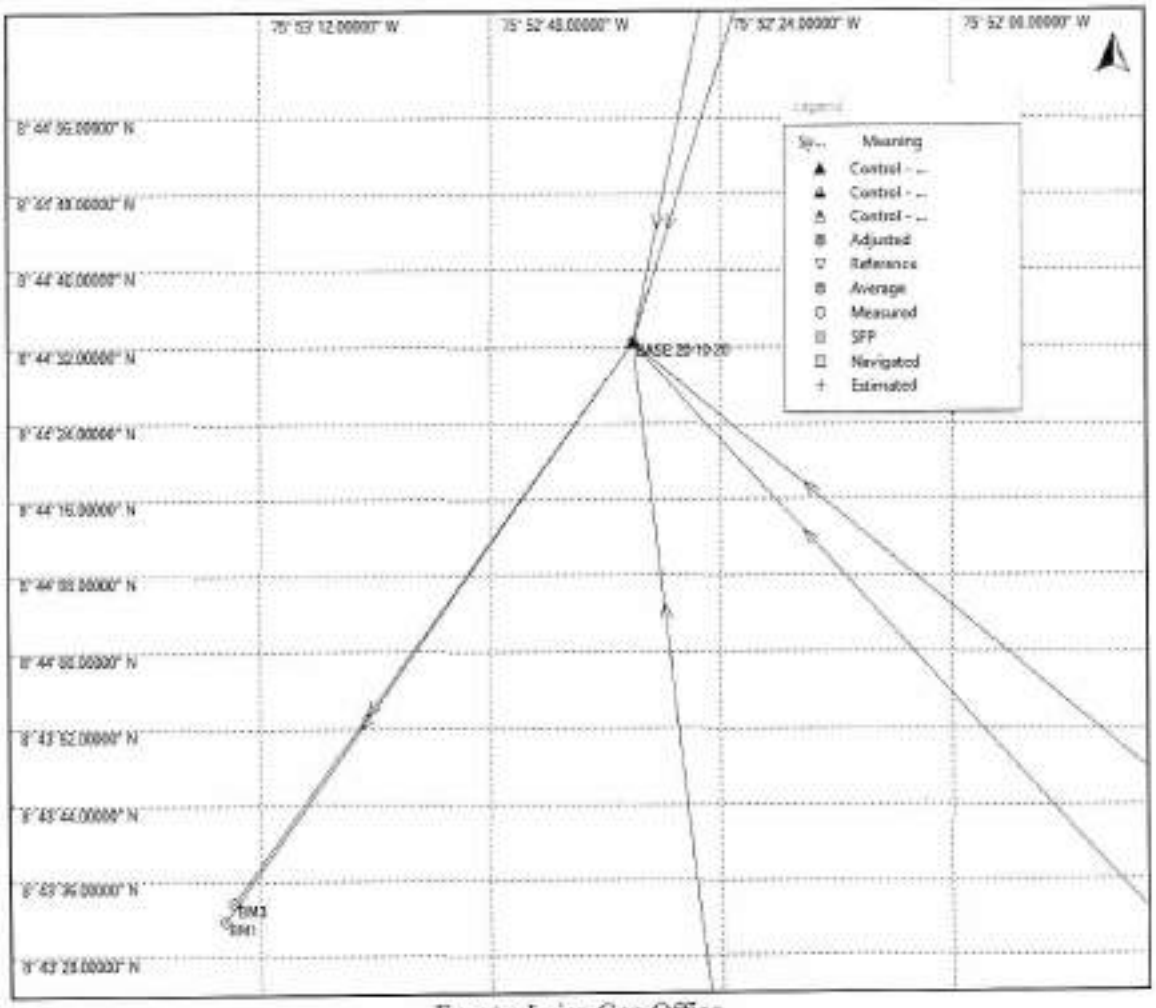
Point Id	Point ...	Start	End	Durat...	GNSS Type
BM3	Measured	10/20/2020 14:24:07	10/20/2020 15:34:13	1h 10' ...	GPS/GLONAS...
BM1	Measured	10/20/2020 14:35:17	10/20/2020 15:35:40	1h 00' ...	GPS/GLONAS...
BASE 20-10-20	Control	10/20/2020 14:38:10	10/20/2020 15:31:16	53' 06"	GPS



Fuente: Leica Geo Office
Figura 18 Tiempo de rastreo Base SERTET - BMs

Point Id	Point Class	Date/Time	Latitude	Longitude	Ellip. Hgt.
☑ BASE 20-10-20	Control	10/20/2020 14:38:10	8° 44' 32.54558" N	75° 52' 33.23039" W	17.0510
☑ BM1	Measured	10/20/2020 14:38:10	8° 43' 31.69107" N	75° 53' 15.64359" W	16.6371
☑ BM3	Measured	10/20/2020 14:38:10	8° 43' 33.63680" N	75° 53' 14.72786" W	16.7932

Fuente: Leica Geo Office
Figura 19 Coordenadas ajustadas vértices BMs



Fuente: Leica Geo Office

Figura 20 Diagrama de vectores Base – vértices BMs

- ✓ Los reportes de los diferentes posts – procesos mencionados anteriormente, se pueden evidenciar en el **anexo 3.** Adicional, en la **tabla 4 y 5** se puede observar los resultados de las coordenadas de la antena Montería, BASE y de los vértices del proyecto BMs (resultados del post – proceso) en época del posicionamiento y época certificada por el IGAC (**época 2018.00**). Las coordenadas presentadas en la tabla mencionada anteriormente se encuentran en el sistema tridimensional geodésico y geocéntrico y en el sistema bidimensional cartográfico Gauss Kruger.

Post procesamiento de la base SIRTET desde la red activa del IGAC													
Coordenadas Elipsoidales													
Vertice	Epoca 02-05-2020						Epoca 01-01-2018						H Elip
	Latitud			Longitud			Latitud			Longitud			
	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	
BASE	8	44	32.54541	75	52	33.23057	8	44	32.54460	75	52	33.23142	17.051
El modelo seleccionado de velocidades para la transformación de coordenadas en función de la epoca fue VEMOS 2009													
Coordenadas Geocentricas y Planas MAGNA SIRGAS ITRF14													
Vertice	Epoca 01-01-2018												
	Geocentrica X			Geocentrica Y			Geocentrica Z			Norte		Este	
BASE	1538452.307			-6113948.907			963012.054			1458734.910		1132228.091	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Coordenadas de la BASE época 2018.00

Post procesamiento de los vertices del proyecto desde la base SIRTET													
Coordenadas Elipsoidales													
Vertice	Epoca 20-10-2020						Epoca 01-01-2018						H Elip
	Latitud			Longitud			Latitud			Longitud			
	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	
BASE	8	44	32.54558	75	52	33.23039	8	44	32.54460	75	52	33.23142	17.051
BM1	8	43	31.69107	75	53	15.64359	8	43	31.69009	75	53	15.64462	16.745
BM3	8	43	33.63680	75	53	14.72780	8	43	33.63582	75	53	14.72889	16.901
El modelo seleccionado de velocidades para la transformación de coordenadas en función de la epoca fue VEMOS 2009													
Coordenadas Geocentricas y Planas MAGNA SIRGAS ITRF14													
Vertice	Epoca 01-01-2018												
	Geocentrica X			Geocentrica Y			Geocentrica Z			Norte		Este	
BASE	1538452.307			-6113948.907			963012.054			1458734.910		1132228.091	
BM1	1537264.239			-6114540.151			961164.098			1456860.826		1130937.350	
BM3	1537289.212			-6114524.681			961223.208			1456920.704		1130965.158	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Coordenadas de los vértices del proyecto BMs época 2018.00

4.3.2 Asignación de elevación sobre el nivel del mar

Esta consultoría utiliza la obtención de altura de un punto (*caso 1. PUNTO*), para lo cual se seleccionan tres vértices actualizados y ajustados de la red pasiva del IGAC, ver **figura 11 y tabla 6.** Posteriormente, con el software Magna Sirgas Pro 4.2, se calcula la ondulación geoidal de los vértices del área de estudio como se muestra en las tablas **7 y 8.** En primera instancia, se asigna elevación del vértice de control denominado BASE, posteriormente, se calcula desde la BASE la elevación sobre el nivel del mar de los vértices del proyecto siguiendo la secuencia mostrada en la **figura 21.** Los resultados para la obtención de altura están consignados en las **tablas 7 y 8.**

Esta consultoría a modo de control, calcula la altura sobre el nivel del mar de dos vértices seleccionados de la red pasiva; la finalidad de este procedimiento, es comparar la altura calculada por la metodologia planteada por el IGAC y la altura certificada de la red pasiva, de esta forma poder

garantizar la concordancia de la información de alturas y garantizar que la base SERTET y posteriormente los vértices del proyecto, quedaron ajustados de forma correcta, ver **tabla 9.**

ID	Vertice NP	Depto	Municipio	Fecha de Calculo	Alturas			Ondulación Geoidal
					Altura Elipsoidal	Altura Nivelada	Tipo de Altura	
1586	GPS-D-CR-003	Córdoba	MONTERÍA	2002	17.958	15.100	Geocol	3.590
1589	A1-BE-2	Córdoba	MONTERÍA	2002	18.107	15.409	Geométrica	3.440
1592	2-BE-2	Córdoba	MONTERÍA	2002	16.664	14.025	Geométrica	3.460

Fuente: Extraída de Certificación IGAC, red pasiva
Tabla 6 Vértices seleccionados de la red pasiva del IGAC



Fuente: Leica Geo Office
Figura 21 Secuencia para cálculo de altura sobre el nivel del mar

Vértice GPS	Altura Elipsoidal (h)	Ondulación Geocol	Altura SNMM	MATRIZ L Vector de Observaciones	MATRIZ L Corregida Vector de Observaciones	Altura SNMM Calculada
				$DIF_{GPS} = DH_{GPS} - DH_{Ci}$	DH_{GPS} Corregido	H_{GPS} Final
A1-BE-2	18.107 m	3.44 m	15.409 m	0.000 m	0.000 m	15.409 m
BASE	17.051 m	3.50 m		-1.116 m	-1.116 m	14.293 m
2-BE-2	16.664 m	3.46 m		-0.347 m	-0.347 m	13.945 m
SAZ-GPS-D-CR-003	17.817 m	3.59 m		1.023 m	1.023 m	14.969 m
A1-BE-2	18.107 m	3.44 m	15.409 m	0.440 m	0.440 m	15.409 m

Fuente: Elaboración propia
Tabla 7 Calculo de altura sobre el nivel del mar BASE

Vértice GPS	Altura Elipsoidal (h)	Ondulación Geocol	Altura SNMM	MATRIZ L Vector de Observaciones	MATRIZ L Corregida Vector de Observaciones	Altura SNMM Calculada
				$DIF^{o}_{GPS} = DH_i - DH_{i-1}$	DH_{GPS} Corregido	H_{GPS} Final
BASE	17.051 m	3.50 m	15.409 m	0.000 m	0.000 m	14.293 m
BM1	16.745 m	3.60 m		-0.406 m	-0.406 m	13.886 m
BM3	16.901 m	3.60 m		0.156 m	0.156 m	14.043 m
BASE	17.051 m	3.50 m	15.409 m	0.250 m	0.250 m	14.293 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Calculo de altura sobre el nivel del mar vértices del proyecto BMs

Vértice GPS	Altura Elipsoidal (h)	Ondulación Geocol	Altura SNMM Certificada Red Pasiva	Altura SNMM Calculada
A1-BE-2	18.107 m	3.44 m	15.409 m	15.409 m
2-BE-2	16.664 m	3.46 m	14.025 m	13.945 m
SAZ-GPS-D-CR-003	17.817 m	3.59 m	14.900 m	14.969 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Verificación de elevación SNMM vértices de la red pasiva

De la **tabla 9,** se puede deducir la precisión del método ya que al asignar alturas a los vértices de la red pasiva y comparar con las alturas certificadas por el IGAC, se encuentra que las diferencias no son significativas.

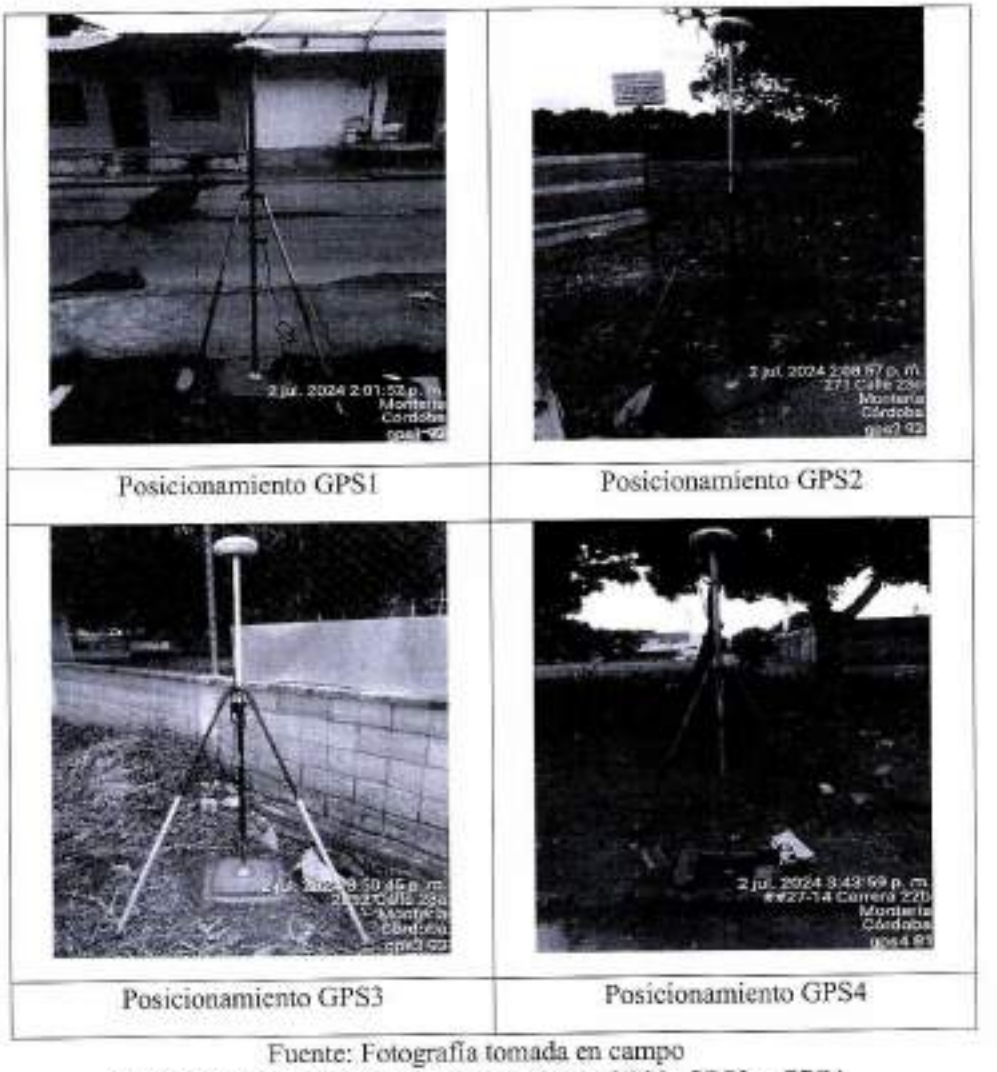
4.3.3 Post-procesamiento GPS para asignación de coordenadas tercer orden – Año 2024

Para la asignación de la red de tercer orden, se realizó a partir del BM1 correspondiente al (año 2020), se colocó la base receptora en el BM1 con una duración de 2 horas 15 minutos y simultáneamente los rover, con una duración alrededor de 3 horas para tener corrección y así asignarle coordenadas y cota a los 4 GPS desde el post proceso como se muestran en la **fotografía 3.**

Cabe aclarar que se tomó un posicionamiento del año 2020 por la premura del proyecto garantizando el traslado de coordenadas y cota, soportado con memorias de cálculos y archivos crudos (GPS y Rinex) para su corroboración, cumpliendo en lo exigido según resolución 648.

Se genero un formato de ocupación de los GPS, con las coordenadas ajustadas y cotas que se puede evidenciar en el **anexo 4**.

A continuación, en la **figura 22** se evidencia el tiempo de rastreo, en la **figura 23**, el diagrama de vectores y la **figura 24** las coordenadas ajustadas de Los GPS.

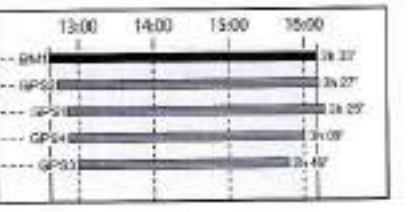


Posicionamiento GPS1	Posicionamiento GPS2
Posicionamiento GPS3	Posicionamiento GPS4

Fuente: Fotografía tomada en campo

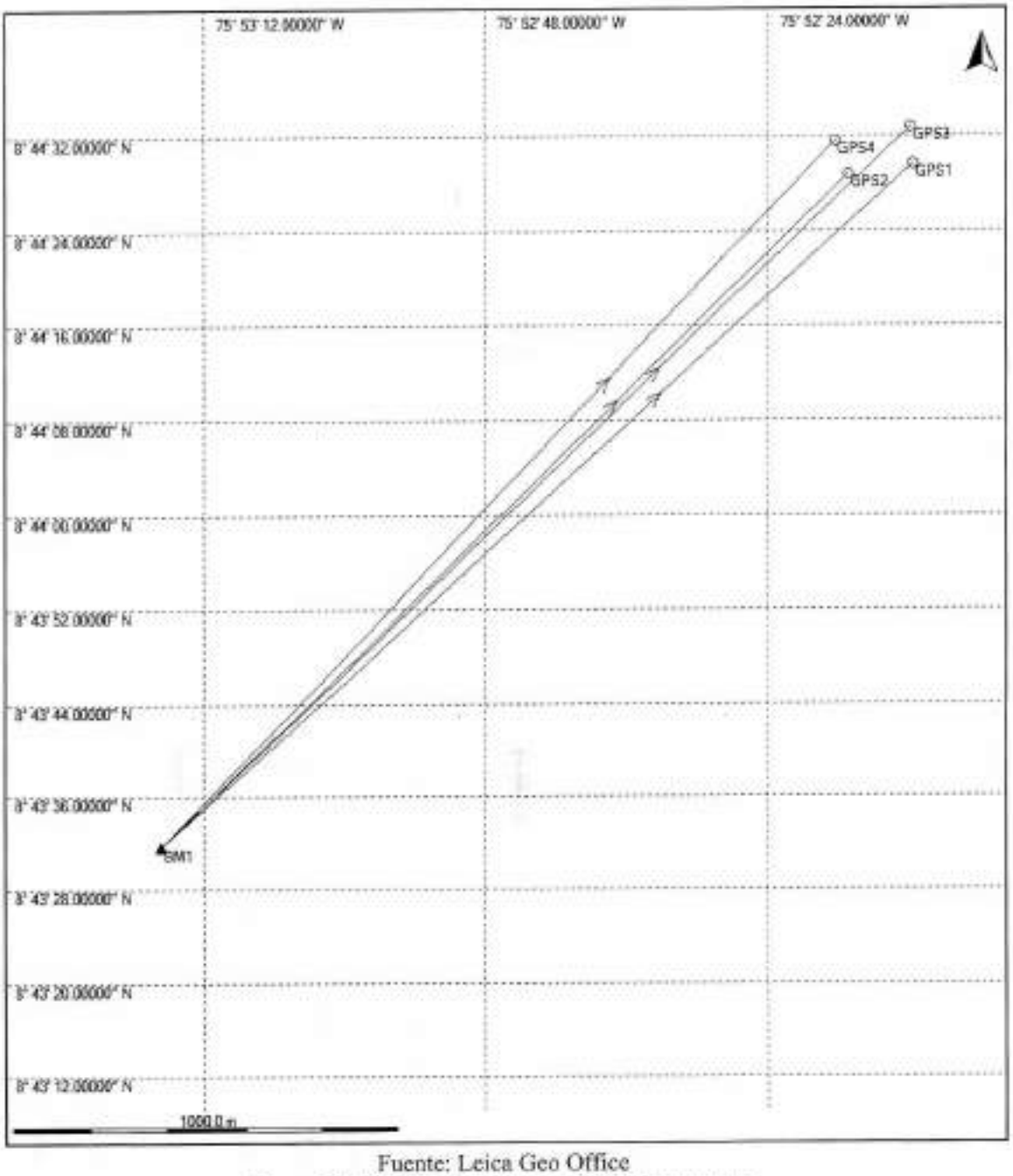
Fotografía 3 Materialización vértice GPS1, GPS2, GPS3 y GPS4

Point ...	Point ...	Start	End	Durat...	GNSS Type
BM1	Control	07/10/2024 12:36:14	07/10/2024 16:09:19	3h 33' ...	GPS/GLONAS...
GPS2	Measured	07/10/2024 12:43:35	07/10/2024 16:10:22	3h 26' ...	GPS/GLONAS...
GPS1	Measured	07/10/2024 12:50:16	07/10/2024 16:14:56	3h 24' ...	GPS/GLONAS...
GPS4	Measured	07/10/2024 12:51:12	07/10/2024 15:59:56	3h 08' ...	GPS/GLONAS...
GPS3	Measured	07/10/2024 12:59:03	07/10/2024 15:47:19	2h 48' ...	GPS/GLONAS...



Fuente: Leica Geo Office

Figura 22 Tiempo de rastreo BM1 de control – GPS del proyecto



Fuente: Leica Geo Office

Figura 23 Diagrama de vectores GPS del proyecto



Fuente: Leica Geo Office

Figura 24 Coordenadas ajustadas GPS del proyecto

5 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

5.1 Materialización de vértices auxiliares

Una vez realizado el traslado de coordenadas se genera una serie de puntos con puntillas de acero para la realización del levantamiento de detalle, estos puntos son puesto con GPS RTK, garantizando una precisión no mayor a un centímetro en puntos estratégicos, para posterior control de obra.

En la **figura 23** se evidencia la localización del traslado de las coordenadas hasta el proyecto.

- ✓ Se genero un formato de poligonal de control localizado en el **anexo 5,** cabe aclarar que los vértices mencionados, son relevantes durante el levantamiento topográfico puesto que corresponden a la línea base o referencia para futuros replanteos. En la **figura 26**, se puede observar la ubicación de los vértices materializados en campo.

- ✓ Se genero un resumen de la precisión de la poligonal ver **tabla 10**, en el cual se puede corroborar en el anexo 1 – archivos RTK - poligonal



Fuente: Elaboración propia
Figura 25 localización de traslado



Fuente: Elaboración propia
Figura 26 Vértices de control BMs

Nombre	Código	N	E	H	Altura Antena	Modificar Altura Antena	Método de Medición	Número de Observaciones
Bm1_3237760		1456860.83	1130937.35	13.886	2	2.1116	Control	25
2	GPS1	1458615.96	1132740.05	13.107	2	2.1116	Control	25
3	GPS2	1458639.55	1132868.32	13.057	2	2.1116	Control	25
4	GPS3	1458722.72	1132937.93	14.213	2	2.1116	Control	25
5	GPS4	1458702.54	1132937.19	13.942	2	2.1116	Control	25
5	GPS5	1458686.83	1132586.04	13.267	2	2.1116	Control	25
5	GPS6	1458643.16	1132593.99	13.348	2	2.1116	Control	25

PDOP	HDOP	VDOP	Satélites Rastreados	Satélites Usados	Número de Constelación	Solución	Error RMS	Precisión X	Precisión Y	Error Horizontal	Error Vertical
1.47211885	0.789203405	1.2427	21	21	4	Fija	0.005	0.009	0.014	0.019	0.001
1.78306079	0.943890572	1.51274	16	16	4	Fija	0.002	0.008	0.009	0.008	0.006
1.74358714	0.874500275	1.50842	17	17	4	Fija	0.005	0.009	0.008	0.012	0.006
1.23546934	0.657816172	1.04578	22	22	4	Fija	0.010	0.009	0.008	0.013	0.004
1.37831453	0.672728181	1.20322	22	22	4	Fija	0.013	0.008	0.005	0.011	0.010
1.52155972	0.68764019	1.36066	22	22	4	Fija	0.009	0.007	0.006	0.001	0.010
1.3646049	0.402552199	1.31809	23	22	4	Fija	0.018	0.010	0.011	0.015	0.005

Fuente: Elaboración propia
Tabla 10 Poligonal de Control

5.2 Metodología de levantamiento por RTK

El levantamiento con GPS RTK cumple una función similar a la estación total, la cual es asignar coordenadas a diferentes puntos de la superficie. Los receptores RTK son dispositivos avanzados que captan señal satelital GPS y GLONAS; Adicional permiten comunicar el receptor/emisor base (punto fijo) con otro receptor denominado rover (punto móvil) haciendo cálculos desde señales electromagnética para conseguir coordenadas y elevaciones de la superficie con precisiones cercanas a 1 cm. Esta tecnología fue utilizada para el levantamiento del corredor vial. En el **anexo 1** se consignan los archivos RTK, del levantamiento y de la poligonal, la cartera de coordenadas con los puntos levantados se encuentra en el **anexo 6.** En la **tabla 11**, se presenta la poligonal de control con la precisión, los errores en x,y,z. PDOP, numero de satélites entre otras, que soportan la validación, por el cual no necesita corrección .

NODO	NORTE	ESTE	ALTURA NIVELADA	LATITUD	LONGITUD	CODIGO
1	1458645.287	1132600.431	13.368	N8° 44' 29.59"	W75° 52' 21.06"	ANDEN
2	1458644.648	1132599.384	13.319	N8° 44' 29.57"	W75° 52' 21.10"	ANDEN
3	1458662.482	1132596.208	13.292	N8° 44' 30.15"	W75° 52' 21.20"	ANDEN
4	1458662.624	1132597.26	13.288	N8° 44' 30.15"	W75° 52' 21.16"	ANDEN
5	1458678.773	1132594.398	13.268	N8° 44' 30.68"	W75° 52' 21.26"	ANDEN
6	1458678.562	1132593.41	13.26	N8° 44' 30.67"	W75° 52' 21.29"	ANDEN
7	1458735.311	1132952.142	14.717	N8° 44' 32.48"	W75° 52' 09.55"	CORREDOR
8	1458735.206	1132952.278	14.66	N8° 44' 32.48"	W75° 52' 09.54"	CORREDOR
9	1458734.211	1132950.999	14.412	N8° 44' 32.45"	W75° 52' 09.59"	CORREDOR
10	1458724.433	1132936.345	14.457	N8° 44' 32.13"	W75° 52' 10.07"	CORREDOR
11	1458720.992	1132946.111	14.27	N8° 44' 32.02"	W75° 52' 09.75"	CORREDOR
12	1458649.08	1132889.757	12.893	N8° 44' 29.68"	W75° 52' 11.60"	CUNETA
13	1458649.942	1132889.579	12.94	N8° 44' 29.71"	W75° 52' 11.60"	CUNETA
14	1458649.969	1132889.605	13.185	N8° 44' 29.71"	W75° 52' 11.60"	CUNETA
15	1458615.437	1132695.118	13.301	N8° 44' 28.61"	W75° 52' 17.97"	HIDRANTE
16	1458630.932	1132691.829	14.123	N8° 44' 29.11"	W75° 52' 18.07"	JARDINERA
17	1458631.091	1132692.284	14.039	N8° 44' 29.12"	W75° 52' 18.06"	JARDINERA
18	1458617.886	1132694.621	14.007	N8° 44' 28.69"	W75° 52' 17.98"	JARDINERA
19	1458617.728	1132694.11	14.082	N8° 44' 28.68"	W75° 52' 18.00"	JARDINERA
20	1458708.033	1132684.176	13.549	N8° 44' 31.62"	W75° 52' 18.32"	MH
21	1458692.754	1132598.594	13.469	N8° 44' 31.13"	W75° 52' 21.12"	MH
22	1458658.73	1132926.11	13.51	N8° 44' 29.99"	W75° 52' 10.41"	P_ALTA
23	1458640.725	1132920.079	13.317	N8° 44' 29.41"	W75° 52' 10.61"	P_ALTA
24	1458735.322	1132952.706	14.333	N8° 44' 32.48"	W75° 52' 09.53"	P_ALTA
25	1458720.203	1132947.598	13.956	N8° 44' 31.99"	W75° 52' 09.70"	P_ALTA
26	1458723.607	1132780.358	13.569	N8° 44' 32.12"	W75° 52' 15.17"	P_ALTA
27	1458718.759	1132753.785	13.572	N8° 44' 31.96"	W75° 52' 16.04"	P_BAJA
28	1458713.47	1132723.644	13.534	N8° 44' 31.80"	W75° 52' 17.02"	P_BAJA
29	1458707.796	1132691.715	13.546	N8° 44' 31.61"	W75° 52' 18.07"	P_BAJA
30	1458716.345	1132722.787	13.601	N8° 44' 31.89"	W75° 52' 17.05"	P_BAJA
31	1458709.345	1132682.613	13.523	N8° 44' 31.67"	W75° 52' 18.37"	P_BAJA
32	1458702.456	1132643.7	13.694	N8° 44' 31.45"	W75° 52' 19.64"	P_BAJA
33	1458688.869	1132611.985	13.387	N8° 44' 31.01"	W75° 52' 20.68"	P_BAJA
34	1458695.247	1132637.574	13.495	N8° 44' 31.21"	W75° 52' 19.84"	P_BAJA
35	1458702.559	1132634.153	13.646	N8° 44' 31.45"	W75° 52' 19.95"	P_BAJA
36	1458693.399	1132592.361	13.283	N8° 44' 31.16"	W75° 52' 21.32"	P_BAJA
37	1458697.37	1132616.49	13.921	N8° 44' 31.28"	W75° 52' 20.53"	P_BAJA
38	1458624.665	1132751.555	13.121	N8° 44' 28.90"	W75° 52' 16.12"	P_BAJA
39	1458680.928	1132928.505	14.077	N8° 44' 30.72"	W75° 52' 10.33"	PARADERO_DE_BUS
40	1458680.378	1132930.142	14.068	N8° 44' 30.70"	W75° 52' 10.27"	PARADERO_DE_BUS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Resumen de Cartera Coordenadas del Levantamiento Topográfico

5.3 Procesamiento de la información

A continuación, se hace una descripción rápida de los procedimientos que se llevaron a cabo para el procesamiento de la información que se recolectó en campo por parte de la comisión de topografía. Esta descripción resume los diferentes pasos y los programas que se tienen en cuenta para poder llegar

hasta el producto final que son las carteras editadas, y planos definitivos con accidentes geográficos y detalles generales de campo.

Una vez se ha realizado el levantamiento topográfico y se tienen almacenados todos los puntos con sus características (Norte, Este, Cota y Código), se inicia a procesar la información recogida en campo. Se inicia a descargar la información del colector del RTK por medio de exportación de archivos crudos que arroja el equipo, la información se encuentra ubicada en el **anexo 1 Archivos RTK.**

Posteriormente, la cartera obtenida se importa en un software de dibujo como AutoCAD Civil 3D, el cual es utilizado para procesar la información referenciada por (Norte, Este, Cota y Código) y así poder generar un modelo TIN y posteriormente graficas las curvas de nivel del levantamiento topográfico, estas curvas se generarán según las geoformas de la superficie.

Para generar los diferentes atributos que se identificaron en el trabajo de campo se utiliza el software AutoCAD, con el cual se podrá generar una capa para cada atributo o detalle tales como: paramentos, puntos de nivel, gradas, vías, postes, entre otros.

Una vez realizado el posicionamiento GPS y el levantamiento topográfico, se procede a generar una ficha de localización de los vértices materializados en campo durante el post procesamiento para que sirvan como punto de partida para la localización del proyecto. Ver **anexo 4.**

Es de gran importancia resaltar que en caso de que se pierdan los vértices materializados, el contratista durante la etapa de construcción puede utilizar la metodología soportada en el presente informe para materializar nuevos vértices o replantear los existentes con precisiones milimétricas, sin alterar la etapa de ingeniería.

Por último, se genera una serie de planos topográficos (planta – perfil y secciones transversales), los cuales son el resultado grafico de los datos colectados en campo **(anexo 7).** En el **anexo 8** se consigna el registro fotográfico que sirve como evidencia de campo.

5.4 Resultados del estudio topográfico

Todas las actividades realizadas son ajustadas con el fin de minimizar los diferentes errores que se presentan durante el desarrollo de la actividad, estos errores se pueden medir mediante un grado de precisión, una elipse de error o una desviación estándar; de esta forma se puede definir la confiabilidad de la información. Ver **tablas 11, 12, 14, 15, 16 y 17.**

Coordenadas Planas y Geograficas del vertice materializado (epoca 2018.00)					
GPS	Coordenadas Geograficas		Coordenadas Planas		Altura SNMS
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
BM1	N8° 43' 31.69"	W75° 53' 15.64"	1456860.826	1130937.350	13.886

Fuente: Elaboración propia
Tabla 12 Coordenadas definitivas del vértice BM1

Coordenadas Planas y Geograficas del vertice materializado (epoca 2018.00)					
GPS	Coordenadas Geograficas		Coordenadas Planas		Altura SNMS
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
BM3	N8° 43' 33.63"	W75° 53' 14.73"	1456920.657	1130965.136	14.026

Fuente: Elaboración propia
Tabla 13 Coordenadas definitivas del vértice BM3

GPS	Coordenadas Geograficas		Coordenadas Planas		Altura SNMS
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
GPS1	8° 44' 29.67878"	75° 52' 11.76792"	1458648.944	1132884.548	12.905

Fuente: Elaboración propia
Tabla 14 Coordenadas definitivas del vértice GPS1

GPS	Coordenadas Geograficas		Coordenadas Planas		Altura SNMS
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
GPS2	8° 44' 28.71436"	75° 52' 17.25652"	1458618.769	1132716.847	13.160

Fuente: Elaboración propia
Tabla 15 Coordenadas definitivas del vértice GPS2

GPS	Coordenadas Geograficas		Coordenadas Planas		Altura SNMS
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
GPS3	8° 44' 32.75121"	75° 52' 11.97940"	1458619.285	1132878.178	13.972

Fuente: Elaboración propia
Tabla 16 Coordenadas definitivas del vértice GPS3

GPS	Coordenadas Geograficas		Coordenadas Planas		Altura SNMS
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
GPS4	8° 44' 31.55673"	75° 52' 18.30096"	1458706.012	1132684.637	13.556

Fuente: Elaboración propia
Tabla 17 Coordenadas definitivas del vértice GPS4

Total, de puntos del levantamiento	2418

Fuente: Elaboración propia
Tabla 18 Total de puntos levantados

6 EQUIPOS UTILIZADOS

Durante el trabajo de campo se utilizaron equipos topográficos electrónicos, tales como GPS de doble frecuencia y GPS RTK. En el **anexo 2** del presente informe se encuentra la información correspondiente a los certificados de calibración y especificaciones de los equipos respectivamente.

Adicional, en la **tabla 19** se consignan algunas especificaciones de los equipos empleados en el presente estudio.

Equipo	Marca	Serie/Modelo	Precisión		Alcance
GPS RTK	CHCNAV	M3 3237760 M3 3237753	±(10MM+1PPMRSM) HORIZONTAL	± (15MM+1PPMRSM) VERTICAL	5 KM
ESTACIÓN TOTAL	TOPCON GTS-230	UN 0766	± (2 MM + 2PPM XD') EMC - EN DISTANCIA	5" 1.5 MGON - EN ÁNGULO	3000 M 1 PRISMA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Relación de equipos utilizados

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El levantamiento topográfico tuvo como finalidad la unidad deportiva del suroriente, ubicado en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.
- ✓ La georreferenciación se realizó partiendo desde las antenas permanentes de la red activa y vértices de la red pasiva del IGAC. Generando archivos crudos solo reproducibles mas no imprimibles, ver **anexo 1.**
- ✓ Para el proceso de georreferenciación, se utilizaron equipos GPS de doble frecuencia y equipos GPS RTK, ver **anexo 2.**
- ✓ El post proceso GPS, se realizó haciendo uso del software Leica Geo Office donde se pudieron ajustar los vértices materializados, ver **anexo 3.**
- ✓ La asignación de coordenadas y alturas sobre el nivel del mar se realizó aplicando las metodologías estandarizadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- ✓ Se materializaron dos vértices en el proyecto durante el proceso de georreferenciación los cuales (las coordenadas) se trasladaron a época certificada por el IGAC, ver **anexo 4.**
- ✓ Durante el trabajo de campo, se materializo una poligonal abierta de control desde la cual se realizó el levantamiento topográfico y colección de datos, ver **anexo 5.**
- ✓ El levantamiento topográfico se realizó por medio de equipos GPS RTK, generando una cartera de coordenadas donde se consignan los diferentes atributos medidos en campo, ver **anexo 6.**
- ✓ Se generó un plano en (planta – perfil y secciones transversales) que permiten ver gráficamente los diferentes atributos medidos en campo con su respectiva nomenclatura y codificación. Adicional, se evidencia en el plano en planta las curvas de nivel de la superficie **anexo 7.**
- ✓ Como evidencia del trabajo realizado, se genera un registro fotográfico que soporta y evidencia el uso de equipos y personal para el trabajo desarrollado en la zona del proyecto, ver **anexo 8.**
- ✓ Se recomienda conservar el sistema de coordenadas utilizado por esta consultoría, referencia Magna Sirgas, Datum WGS84, Origen Occidental, coordenadas planas Gauss Kruger
- ✓ Se recomienda durante el proceso de localización y replanteo del proyecto verificar los vértices coordenados materializados con el fin de garantizar que los puntos no han sido movidos.
- ✓ En caso de no encontrar los vértices materializados durante la etapa de ejecución, se recomienda emplear la misma metodología y las mismas antenas y vértices de la red activa y pasiva respectivamente con el fin de no alterar el sistema de coordenadas y elevaciones definido por esta consultoría.

8 BIBLIOGRAFIA

IGAC. (1997). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA OBTENCIÓN DE ALTURAS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR UTILIZANDO EL SISTEMA GPS. Obtenido de: https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/obtencion_de_alturas.pdf

IGAC. (2018). RESOLUCIÓN No. 715 DEL 2018. POR MEDIO D ELA CUAL SE ACTUALIZA EL MARCO GEOCÉNTRICO NACIONAL DE REFERENCIA: MAGNA SIRGAS. Obtenido de: https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucon_igac_715-18_actualiza_el_marco_geocentrico_nacional_de_referencia.pdf

IGAC. (2018). RESOLUCIÓN No. 643 DEL 2028. POR LA CUAL SE ADOPTAN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO PARA LAS ACTIVIDADES DE BARRIDO PREDIAL MASIVO Y LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO PARA CASOS PUNTUALES. Obtenido de: https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_igac_643-18_adopta_especificaciones_tecnicas_levantamientos_planimetricos_y_topograficos_0.pdf

IGAC. (junio de 2020). ABC Nueva proyección cartográfica para Colombia. Obtenido de: https://origen.igac.gov.co/docs/ABC_Nueva_Proyeccion_Cartografica_Colombia.pdf

IGAC. (agosto de 2023). IGAC. Obtenido de IGAC: https://origen.igac.gov.co/

IGAC. (agosto de 2023). MAGNA SIRGAS. Obtenido de IGAC: https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas

CARTERAS DE VOLUMEN - RELLENO Y EXCAVACION

21/r

CONSORCIO SUNC 2016	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA - ETAPA I	Alcaldía de MONTERÍA

CALCULO DE VOLUMEN DE EXCAVACION

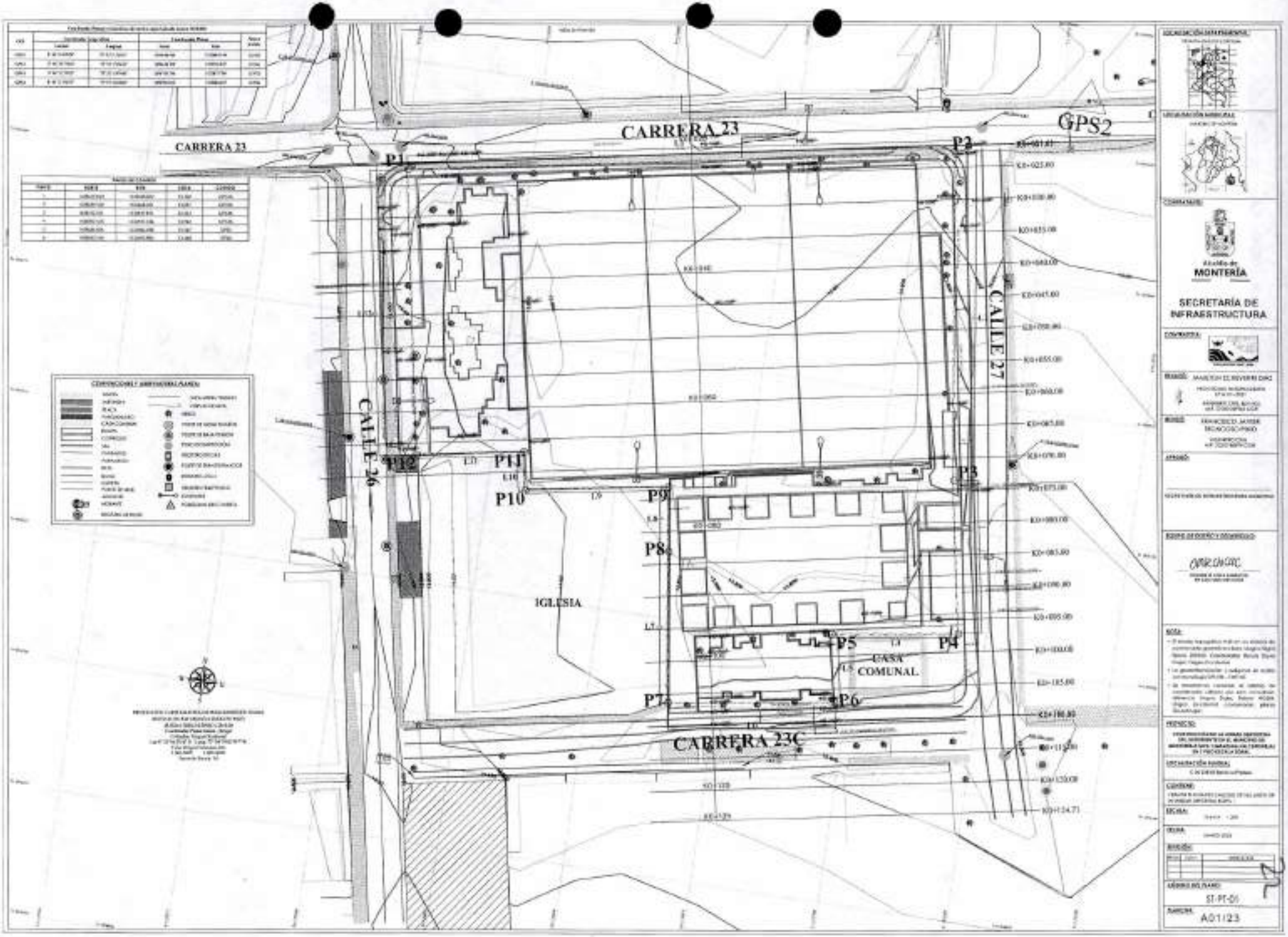
Abscisa Inicial	K0+021.61		Abscisa Final	K0+109.92
ABSCISA	Área Unitaria (m2)	Área Promedio (m2)	Volumen Unitario (m3)	Volumen Acumulado (m3)
K0+021.61	20.05	0.00	0	0.00
K0+025.00	24.36	34.39	78.08	78.32
K0+030.00	31.74	43.92	145.24	552.76
K0+035.00	35.03	50.90	172.87	1546.61
K0+040.00	38.73	56.25	190.97	2431.35
K0+045.00	39.67	59.04	202.97	2431.35
K0+050.00	41.53	61.37	210.22	2431.35
K0+055.00	40.33	61.10	211.94	2431.35
K0+060.00	41.23	61.40	211.16	2431.35
K0+065.00	36.79	57.41	202	2431.35
K0+070.00	39.30	57.70	197	2431.35
K0+075.00	26.87	46.52	171.32	2431.35
K0+080.00	2.04	15.48	74.86	2431.35
K0+085.00	2.18	3.20	10.93	2431.35
K0+090.00	2.65	3.74	12.5	2431.35
K0+095.00	12.11	13.44	38.21	2431.35
K0+100.00	11.05	17.11	59.96	2431.35
K0+105.00	17.39	22.92	73.64	2431.35
K0+109.92	20.64	29.34	96.85	2431.35

CONSORCIO SENO 2018	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA - ETAPA I	Alcaldía de MONTERÍA

CALCULO DE VOLUMEN DE RELLENO

Abscisa Inicial	K0+021.61		Abscisa Final	K0+124.71
ABSCISA	Área Unitaria (m2)	Área Promedio (m2)	Volumen Unitario (m3)	Volumen Acumulado (m3)
K0+021.61	0.00	0.00	0	0.00
K0+025.00	2.65	47.54	4.49	4.49
K0+030.00	0.66	155.21	8.29	12.78
K0+035.00	0.10	207.15	1.92	14.70
K0+040.00	0.00	202.82	0.26	14.96
K0+045.00	0	202.82	0	14.96
K0+050.00	0	202.82	0	14.96
K0+055.00	0.55	202.82	1.37	16.33
K0+060.00	0.81	202.82	3.38	19.71
K0+065.00	0.1	202.82	2.27	21.98
K0+070.00	0	202.82	0.26	22.24
K0+075.00	0	202.82	0	22.24
K0+080.00	0.42	202.82	1.06	23.30
K0+085.00	0.41	202.82	2.08	25.38
K0+090.00	0.46	202.82	2.16	27.54
K0+095.00	2.27	202.82	6.81	34.35
K0+100.00	0	202.82	5.67	40.02
K0+105.00	0.53	202.82	1.32	41.34
K0+110.00	0	202.82	1.32	42.66
K0+115.00	0	202.82	0	42.66
K0+120.00	0	202.82	0	42.66
K0+124.71	0	202.82	0	42.66

PLANO TOPOGRAFICO


CARRERA 23
CARRERA 23
GPS2
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
CALLE 26
CALLE 27
IGLESIA
CASA COMUNAL
CARRERA 23C
Alcaldía de MONTERÍA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
ST-PT-01
A01/23

Montería, 25 de marzo de 2025.

Señores
MUNICIPIO DE MONTERIA
Ciudad

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado el levantamiento topográfico del proyecto **"CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA –ETAPA 1"**, a construirse en el Municipio de Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados en el presupuesto, que anexo debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y cedula de ciudadanía, certificado profesional vigente.



JAMILTON ECHEVERRI DIAZ
Topógrafo e Ingeniero civil
C.C. N° 9.738.398 de Quindio
T.P. No 01-13521, 22202-269762 COR



FECHA DE NACIMIENTO 16-ENE-1984
ARMENIA
(QUINDIO)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.70 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO
22-ENE-2002 ARMENIA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
INDICE DERECHO
P-2600100-58101703-M-0009738398-20020429 03600 02115B 01 1 18113844



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 9738398
ECHEVERRI DIAZ
APELLIDOS
JAMILTON
NOMBRES
FIRMA

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.
22202-269762 COR
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 07/02/2014
JAMILTON
ECHEVERRI DIAZ
C.C. 9738398
UNIVERSIDAD DEL SINU

PRESIDENTE DEL CONSEJO

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre JAMILTON ECHEVERRI DIAZ

Cédula 9,738,398

Licencia Profesional No. 01-13521

Resolución: 02-3522 - 27/02/2012

Experiencia o fecha de grado: 30/10/2009

TOPOGRAFO

UNIVERSIDAD DEL QUINDIO



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3478212

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JAMILTON ECHEVERRI DIAZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 9738398, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-269762 desde el 07 de Febrero de 2014, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 214.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticinco (25) días del mes de Marzo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

República de Colombia
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA
Ley 70 / 79

CERTIFICADO DE VIGENCIA No: 533413/2025

EL DIRECTOR EJECUTIVO DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA

HACE CONSTAR

- Que el(la) Señor(a) **JAMILTON ECHEVERRI DIAZ** , identificado(a) con cédula de ciudadanía **No. 9738398** , se encuentra inscrito(a) en el Registro Único de Topógrafos RUTOPO del CPNT como **TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA** de la Institución de Educación Superior **UNIVERSIDAD DEL QUINDIO**, bajo la Licencia Profesional **No. 01-13521** con fecha de expedición del **27 de Febrero de 2012.**

- Que el(la) Señor(a) **JAMILTON ECHEVERRI DIAZ**, tiene vigente su Licencia Profesional No. **01-13521** y a la fecha **NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS** , que lo (la) inhabiliten en el ejercicio de su profesión.

Dada en Bogotá, D.C. a los **25 días del mes de Marzo de 2025.**

LUIS ALEJANDRO ZAFRA JARAMILLO
Director Ejecutivo

***Firma del profesional**

*La firma del profesional es requerida para comprobar la anuencia de su participación en procesos contractuales. La falta de la firma del profesional NO invalida el certificado.

Notas 1- El anterior certifiesdo no suple la Licencia Profesional para ejercer un cargo.
2- La validez del documento se puede verificar en la página web www.cpnt.gov.co a través del número de certificado de Vigencia.
3- Este certificado digital tiene plena validez de conformidad con lo establecido en el Art. 2 de la Ley 527 de 1999, decreto 1747 de 2000 y Art. 6 Parágrafo 3 de la Ley 962 de 2005.

ESTUDIO GEOTECNICO

28/k

PABLO CASTILLA NEGRETE

Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA - ETAPA 1.



I.C. PABLO CASTILLA NEGRETE.

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

ESPECIALISTA EN PREVENCIÓN, ATENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES

ESPECIALISTA EN GERENCIA PARA INGENIEROS

MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL RIESGO Y DESARROLLO

MONTERÍA - 2024

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Montería, 15 de abril de 2025

SEÑORES
MUNICIPIO DE MONTERÍA
E.S.M.

REF. Entrega de informe: impreso y en formato digital.

Cordial saludo.

Por medio de la presente le estamos haciendo entrega del informe en digital correspondiente a: **ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA – ETAPA 1.**

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

El cual se entrega incluido en un CD con el informe en versión digital.

Gracias por la atención prestada.

PABLO CASTILLA NEGRETE
C.C 73.143.152
REPRESENTANTE LEGAL

Dirección
Calle 27 No. 6 – 12 Montería
e – mail
ingenieriapablocastilla@gmail.com
Celular
3008101960

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN..... 14
2. INFORMACIÓN GENERAL..... 17
2.1. Generalidades del proyecto..... 17
2.2. Geología..... 18
2.3. Geomorfología..... 21
2.4. Geoestructura y ambiente Morfométrico..... 22
2.5. Clima..... 23
2.6. Vegetación..... 27
2.7. Sismicidad..... 28
2.7.1. Perfil de suelo..... 29
2.7.2. Coeficiente de importancia..... 29
3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO..... 29
3.1. Exploración de campo..... 29
3.1.1. Localización de los sondeos..... 30
3.1.2. Metodología de exploración..... 31
3.1.3. Ensayos de laboratorio..... 31
3.1.4. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración..... 32
3.2. Caracterización del subsuelo..... 32
3.2.1. Descripción de sondeos..... 32
4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS..... 38
4.1. Determinación del peso unitario (γ) de suelos de grano fino y densidad relativa (Dr) de suelos de grano grueso..... 38
4.2. Estandarización del número de penetración estándar..... 39
4.3. Obtención de los parámetros de resistencia al corte de los estratos..... 40
4.4. Evaluación de las características especiales de los suelos..... 42
4.4.1. Potencial de expansión..... 42
4.4.2. Potencial de licuación..... 43
4.4.3. Potencial de colapso..... 45

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

4.5. Capacidad de soporte de diseño..... 46
5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO..... 47
5.1. Condición del subsuelo..... 47
5.2. Rellenos y mejoramientos..... 47
5.2.1. Terraplén tipo INVIAS..... 47
5.2.2. Piedra rajón..... 47
6. NIVEL DE PISO ACABADO..... 47
7. CIMENTACIÓN..... 48
7.1. Cimentación para edificio halterofilia..... 49
7.1.1. Dimensión de los cimientos..... 50
7.1.2. Profundidad de apoyo..... 50
7.1.3. Capacidad de carga..... 51
a) Capacidad de carga a nivel de desplante..... 51
b) Capacidad de carga profunda..... 52
7.1.4. Asentamientos..... 53
a) Asentamientos elásticos..... 54
b) Asentamientos por consolidación..... 55
c) Asentamiento total..... 56
7.1.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento)..... 57
7.1.6. Módulo de reacción vertical del subsuelo..... 57
7.2. Alternativa 2: Cimentación para edificio de halterofilia..... 58
7.2.1. Dimensión de los cimientos..... 58
7.2.2. Profundidad de apoyo..... 58
7.2.3. Capacidad de carga..... 59
a) Capacidad de carga a nivel de desplante..... 59
b) Capacidad de carga profunda..... 60
7.2.4. Asentamientos..... 60
7.2.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento)..... 61
7.2.6. Módulo de reacción vertical del subsuelo..... 62

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.3. Cimentación para cerramiento perimetral. Cerramiento H=2.00 m. 62
7.3.1. Dimensión de los cimientos. 63
7.3.2. Profundidad de apoyo. 63
7.3.3. Capacidad de carga. 65
a) Capacidad de carga a nivel de desplante. 65
b) Capacidad de carga profunda. 65
7.3.4. Asentamientos. 66
7.3.5. Módulo de reacción vertical del subsuelo. 66
7.4. Cimentación para cerramiento en bloque estructural. 67
7.4.1. Dimensión de los cimientos. 67
7.4.2. Profundidad de apoyo. 67
7.4.3. Capacidad de carga. 70
a) Capacidad de carga a nivel de desplante. 70
b) Capacidad de carga profunda. 70
7.4.4. Asentamientos. 71
7.4.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento). 71
7.4.6. Pilotes de anclaje. 72
a) Capacidad de carga vertical pilotes. 72
b) Asentamiento del pilote individual. 74
7.4.7. Módulo de reacción del subsuelo. 76
7.5. Cimentación para el cerramiento de la cancha de fútbol. Cerramiento H=4.80 m. 76
7.5.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo. 78
7.5.2. Capacidad de carga. 80
c) Capacidad de carga a nivel de desplante. 80
d) Capacidad de carga profunda. 81
7.5.3. Asentamientos. 81
7.5.4. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento). 82
7.5.5. Pilotes de anclaje. 82
c) Capacidad de carga vertical pilotes. 82

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

d) Asentamiento del pilote individual. 84
7.5.6. Módulo de reacción del subsuelo. 86
7.6. Cimentación para gimnasio al aire libre. 86
7.6.1. Dimensión de los cimientos. 87
7.6.2. Profundidad de apoyo. 87
7.6.3. Capacidad de carga. 89
a) Capacidad de carga a nivel de desplante: 89
b) Capacidad de carga profunda: 89
7.6.4. Asentamientos. 89
7.6.5. Módulo de reacción vertical del subsuelo. 90
7.7. Cimentación para tanque de almacenamiento enterrado. 90
7.7.1. Capacidad de carga. 93
7.7.2. Factores de seguridad por capacidad de carga. 94
7.7.3. Asentamientos. 94
7.7.4. Empuje. 95
7.8. Cimentación para poste cilíndrico H= 10.00 m y poste oleron H= 6.00 m. 97
7.8.1. Capacidad de carga vertical. 99
7.8.1. Capacidad de carga total de los pilotes. 100
7.8.2. Capacidad de carga lateral del pilote. 101
7.8.3. Capacidad de carga admisible del grupo de pilotes. 107
7.8.4. Asentamientos elásticos del pilote individual. 108
7.8.5. Asentamientos del grupo de pilotes. 109
7.8.6. Módulo de reacción horizontal y vertical. 112
7.9. Cimentación para dos (2) canchas de fútbol en arenilla. 112
7.10. Cimentación para andenes y zonas peatonales. 114
8. RECOMENDACIONES PARA TALUDES. 116
9. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA ZONA DE PARQUEADEROS. 116
9.1. Pasos a seguir en el diseño. 117
9.1.1. Elegir la categoría de carga por eje. 117

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

9.1.2. Determinar la resistencia del Conjunto Subrasante-Subbase.....118
a) Capacidad de soporte de diseño.....118
b) Mejoramiento de la subrasante.....119
c) Módulo de reacción de la subrasante.....120
d) Módulo de reacción del Soporte K combinado (Subrasante – Subbase).....121
9.1.3. Determinar el Módulo de rotura del concreto.....123
9.1.4. Determinar el espesor necesario de las losas.....123
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....125
10.1. Procedimiento y recomendaciones de excavación.....128
10.2. Recomendaciones de diseño para edificaciones.....128
10.3. Pavimento rígido.....129
10.4. Senderos peatonales.....130
10.5. Recomendaciones para piso interno del edificio de halterofilia.....131
10.6. Recomendaciones para mástiles de iluminación.....132
10.7. Mantenimiento de las canchas de fútbol en arenilla.....132
10.8. Recomendaciones para las posibles obras de drenaje pluvial.....133
10.9. Procedimiento y recomendaciones de construcción.....135
10.10. Plan de contingencia.....135
11. BIBLIOGRAFÍA.....136
12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....136

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto en el municipio. 14
Figura 2. Localización del proyecto en el barrio. 15
Figura 3. Área destinada para el proyecto. 16
Figura 4. Lote del proyecto. 16
Figura 5. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. 17
Figura 6. Mapa subregiones del departamento de Córdoba. 18
Figura 7. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba. 19
Figura 8. Mapa geológico del municipio de Montería. 20
Figura 9. Perfil tipo de depósitos aluviales. 21
Figura 10. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba. 22
Figura 11. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba. 23
Figura 12. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba. 24
Figura 13. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba. 25
Figura 14. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba. 26
Figura 15. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba. 27
Figura 16. Zona de amenaza sísmica del municipio de Montería. 28
Figura 17. Localización de los sondeos. 30
Figura 18. Render del edificio halterofilia. 49
Figura 19. Planta edificio halterofilia. 49
Figura 20. Vista transversal, edificio de halterofilia. 50
Figura 21. Esquema de cimiento corrido. Edificio de halterofilia. 51
Figura 22. Método 2:1 para el cálculo de incremento de esfuerzos. 52
Figura 23. Esquema de cimentación. Edificio de halterofilia. 59

Figura 24. Render del cerramiento perimetral..... 62
Figura 25. Esquema de cerramiento perimetral. 63
Figura 26. Esquema de cimentación. Cerramiento perimetral. 64
Figura 27. Esquema de cerramiento en bloque estructural. 67
Figura 28. Vista en planta de cerramiento en bloque estructural..... 68
Figura 29. Esquema de cimentación. Cerramiento en bloque estructural. 69
Figura 30. Render cerramiento de la cancha de fútbol. 77
Figura 31. Ubicación de los cerramientos de la cancha de futbol. 77
Figura 32. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, vista frontal zona 1..... 78
Figura 33. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, zona 1. 79
Figura 34. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, vista frontal zona 2..... 79
Figura 35. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, zona 2. 80
Figura 36. Planta gimnasio al aire libre. 87
Figura 37. Nivel de terreno en la zona de gimnasio al aire libre. 88
Figura 38. Esquema de la cimentación propuesta. 88
Figura 39. Vista en planta tanque enterrado..... 91
Figura 40. Sección tanque enterrado. 92
Figura 41. Localización del tanque enterrado en el proyecto..... 92
Figura 42. Esquema de cimentación. 93
Figura 43. Esquema de cimentación, pozo eyector en el estrato arenoso. 96
Figura 44. Sistema de entibado horizontal..... 97
Figura 45. Esquema de poste de iluminación. Poste cilíndrico H=10.00 m. 98
Figura 46. Esquema de poste de iluminación. Poste oleron H=6.00 m. 99
Figura 47. Esquema de restriccion del pilote. 102

Figura 48. Ubicación de la zapata equivalente (Duncan y Buchignani 1976). 110
Figura 49. Planta canchas de fútbol. 113
Figura 50. Esquema de la zona de arenilla. 114
Figura 51. Esquema de cimentación. 115
Figura 52. Esquema de cimentación. 115
Figura 53. Recomendación para taludes. 116
Figura 54. Zona de parqueaderos. 117
Figura 55. Mejoramiento a realizar. 120
Figura 56. Estructura de pavimento con dimensiones tolerables y acero de refuerzo... 125
Figura 57. Sistema de entibado con tableros vertical. 127
Figura 58. Detalle de las losas reforzadas. 129
Figura 59. Esquema de cunetas. 134

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería. 26

Tabla 2. Valores del coeficiente de importancia, I. 29

Tabla 3. Resumen de la exploración realizada (sondeos). 30

Tabla 4. Resumen de la exploración realizada (apiques y CBR). Fuente: Elaborado por la presente consultoría. 30

Tabla 5. Normatividad. equipos y registros de calibración. 32

Tabla 6. Intervalo de β para arcilla. 41

Tabla 7. Relación o módulo de Poisson aproximado. para diferentes materiales. 41

Tabla 8. Características generales del suelo. 42

Tabla 9. Clasificación de suelos expansivos. 42

Tabla 10. Factores de ajuste según la magnitud del sismo. 45

Tabla 11. Factores de seguridad del depósito arenoso contra la falla potencial por licuación para diferentes magnitudes de sismo. 45

Tabla 12. Resultados ensayos de CBR inalterado. 46

Tabla 13. Cota proyectada de los elementos y predio. 48

Tabla 14. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 50

Tabla 15. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 51

Tabla 16. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. 53

Tabla 17. Asentamientos elásticos. 54

Tabla 18. Asentamientos por consolidación. 56

Tabla 19. Asentamiento total. 56

Tabla 20. Módulo de reacción del suelo. 58

Tabla 21. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 59

Tabla 22. Capacidad de carga profunda y revisión del factor de seguridad. 60

Tabla 23. Asentamiento total. 61
Tabla 24. Módulo de reacción del suelo. 62
Tabla 25. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 63
Tabla 26. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.. 65
Tabla 27. Capacidad de carga profunda y revisión del factor de seguridad. Df de 0.78 m. 65
Tabla 28. Asentamiento total. Df de 0.78 m. 66
Tabla 29. Módulo de reacción del suelo. 66
Tabla 30. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 68
Tabla 31. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.. 70
Tabla 32. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. 70
Tabla 33. Asentamiento total. 71
Tabla 34. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga por fricción. 73
Tabla 35. Capacidad de carga por fricción. 73
Tabla 36. Asentamientos individuales. 75
Tabla 37. Resultados presión pasiva de tierra. 76
Tabla 38. Módulo de reacción del suelo en función de la longitud del pilote. 76
Tabla 39. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 78
Tabla 40. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.. 80
Tabla 41. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. 81
Tabla 42. Asentamiento total. 81
Tabla 43. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga por fricción. 83
Tabla 44. Capacidad de carga por fricción. 84

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Tabla 45. Asentamientos individuales. 85
Tabla 46. Resultados presión pasiva de tierra..... 86
Tabla 47. Módulo de reacción del suelo en función de la longitud del pilote. 86
Tabla 48. Dimensiones de los cimientos..... 87
Tabla 49. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 88
Tabla 50. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.. 89
Tabla 51. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. 89
Tabla 52. Asentamiento total. 90
Tabla 53. Módulo de reacción del suelo. 90
Tabla 54. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 91
Tabla 55. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Tanque enterrado..... 93
Tabla 56. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Pozo eyector..... 93
Tabla 57. Factores de seguridad por capacidad de carga..... 94
Tabla 58. Asentamiento total. Tanque enterrado. 94
Tabla 59. Asentamiento total. Pozo eyector..... 94
Tabla 60. Cálculo de los empujes. 95
Tabla 61. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga por fricción para los pilotes de 0.60 m de diámetro. 100
Tabla 62. Capacidad de carga por fricción..... 100
Tabla 63. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga total individual de los pilotes..... 100
Tabla 64. Cohesión y peso específico promedio del corte de suelo estratificado..... 101
Tabla 65. Intervalo general de valores de K para suelos finos. 104

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Tabla 66. Capacidad de carga última lateral y deflexión de la cabeza de los pilotes preexcavados. 105

Tabla 67. Capacidad de carga última lateral y deflexión de la cabeza de los pilotes preexcavados. 106

Tabla 68. Capacidad de carga última lateral y deflexión de la cabeza de los pilotes preexcavados. 107

Tabla 69. Distribución de los pilotes..... 107

Tabla 70. Capacidad de carga del grupo de pilotes de 0.60 m de diámetro. 108

Tabla 71. Capacidad de carga del grupo de pilotes de 0.80 m de diámetro. 108

Tabla 72. Asentamientos individuales. 109

Tabla 73. Asentamientos del grupo de pilotes. 111

Tabla 74. Asentamientos del grupo de pilotes. 111

Tabla 75. Módulos de reacción vertical y horizontal del suelo en los pilotes. 112

Tabla 76. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura. 112

Tabla 77. Categoría de carga por eje. 118

Tabla 78. Cálculos para el mejoramiento de la subrasante. 119

Tabla 79. Efecto de la subbase granular sobre los valores de K. 122

Tabla 80. Valor obtenido de K combinado. 122

Tabla 81. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k. 123

Tabla 82. TPD-C Admisible- Categoría 1..... 124

Tabla 83. Resumen características de los pasadores de carga. 125

Tabla 84. Granulometría recomendada para el material de filtro alternativa 1. 134

Tabla 85. Granulometría recomendada para el material de filtro alternativa 2. 135

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA- ETAPA 1.

INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la solicitud presentada por el MUNICIPIO DE MONTERÍA, se realizó el estudio geotécnico para la construcción de la unidad deportiva del suroriente – etapa 1, en el barrio La Pradera del municipio de Montería, departamento de Córdoba.

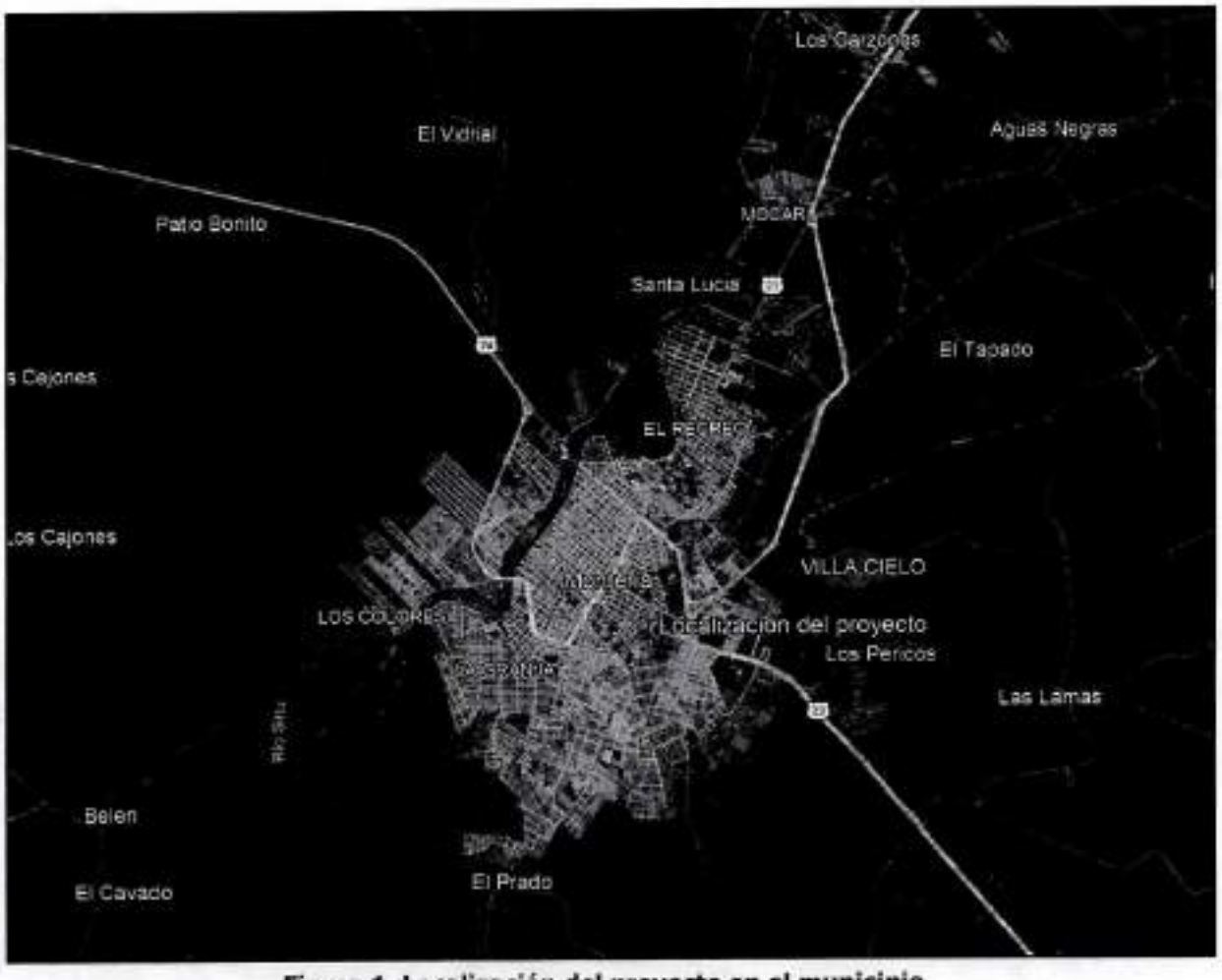


Figura 1. Localización del proyecto en el municipio.
Fuente: Google Earth.



Figura 2. Localización del proyecto en el barrio.
Fuente: Google Earth.

El proyecto consiste en la construcción de la primera etapa de la unidad deportiva, la cual incluye un edificio de halterofilia, gimnasio al aire libre, dos (2) canchas de fútbol, zonas peatonales y zonas de parqueo.

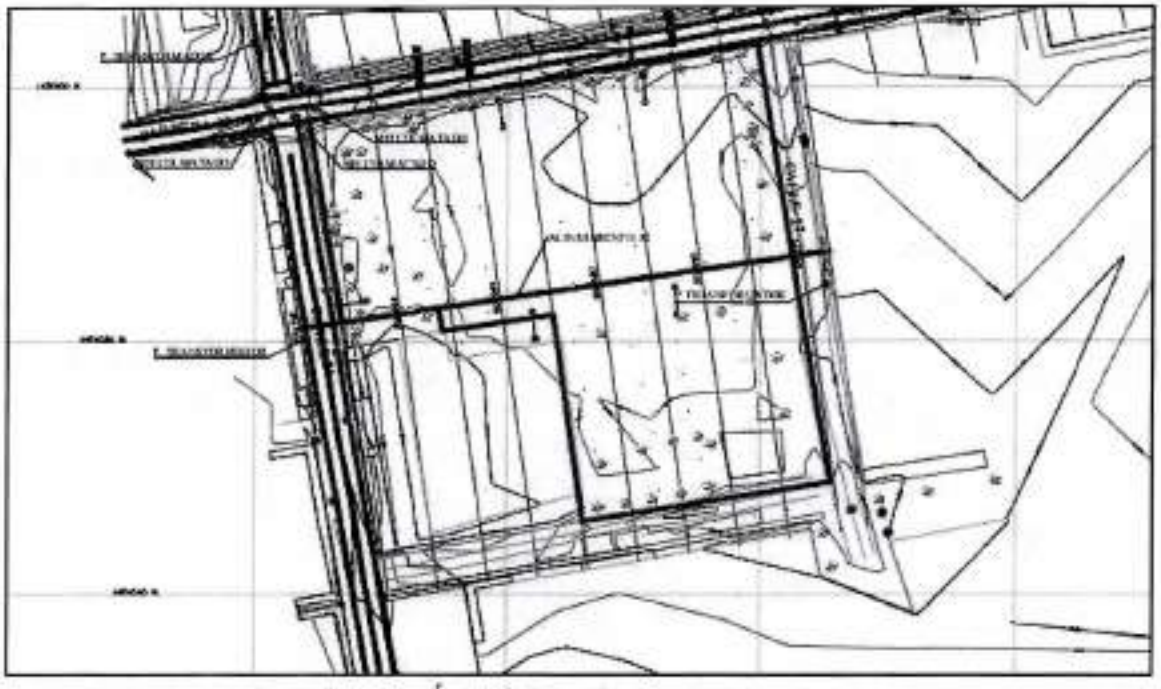


Figura 3. Área destinada para el proyecto.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

El lote actualmente se encuentra sin construcciones y con abundante vegetación.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Ambientales



Figura 4. Lote del proyecto.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

En este informe se presentan los resultados de la exploración de campo y los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas, se presentan las condiciones geotécnicas del sitio explicando la metodología utilizada para el estudio. Además, se encuentran las conclusiones y recomendaciones derivadas de los estudios descritos.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1. Generalidades del proyecto.

El municipio de Montería está situado en la zona centro del departamento de Córdoba, correspondiente a las tierras planas y ligeramente onduladas, de los Valles de los ríos San Jorge y Sinú, entre las coordenadas 08° 45´27" de latitud Norte y 75° 53´24" de longitud Oeste, cubre un área total de 3141 Km^2.



Figura 5. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. Fuente: Wikipedia. la enciclopedia libre. "Montería". [En línea].

Limita al Norte con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete y San Carlos, Ver Figura 6. La topografía de Montería es básicamente plana, con algunas elevaciones de menor importancia. La parte occidental de la ciudad está surcada por la serranía de Las Palomas.



Figura 6. Mapa subregiones del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

2.2. Geología.

El municipio de Montería hace parte de la unidad estratigráfica del Cinturón de San Jacinto y las unidades litoestratigráficas del anticlinorio de San Jerónimo conformado por rocas ígneas y rocas sedimentarias. (Ver Figura 7).

La zona está constituida por materiales sueltos formados por depósitos aluviales compuestos por aluviones y sedimentos del rio Sinú.

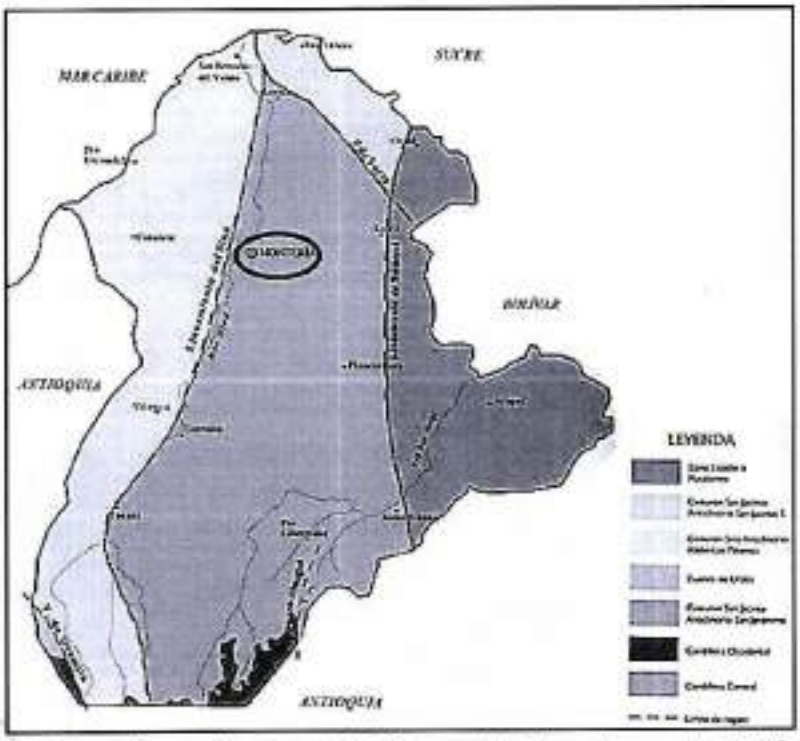


Figura 7. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

PABLO CASTILLA NEGRETE

Se encuentran terrazas aluviales al sur del municipio, constituido por depósitos aluviales antiguos del rio Sinú y algunos de sus afluentes.

El depósito encontrado en la zona del proyecto es:

Q-al

Depósitos aluviales y llanuras aluviales.

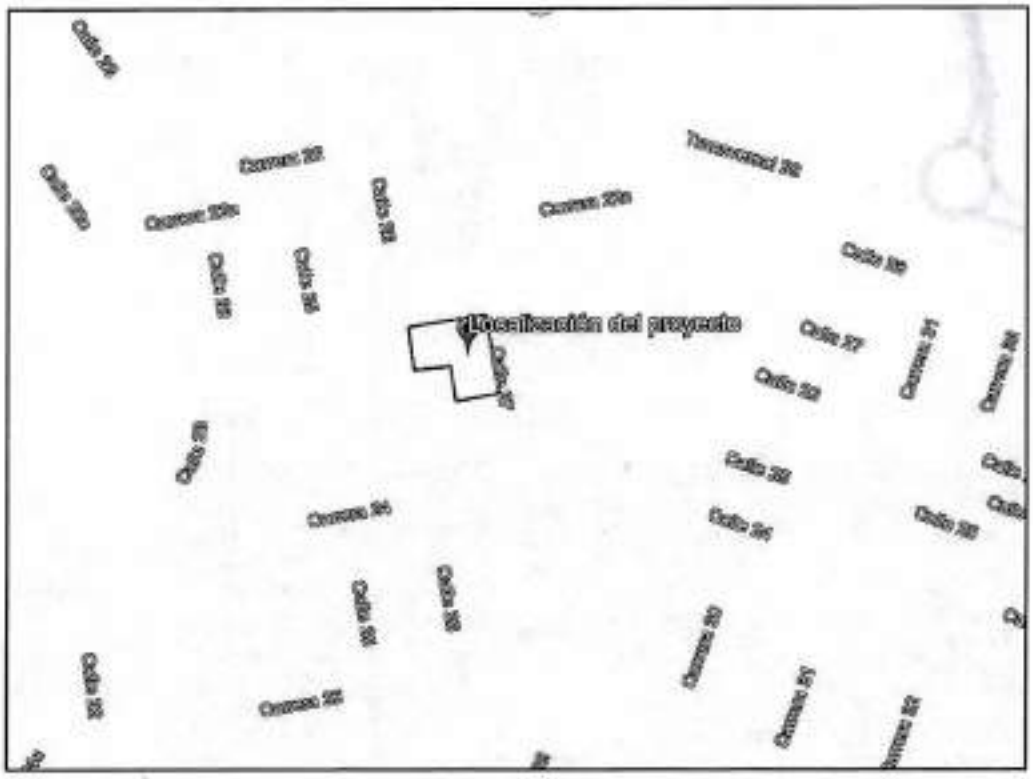


Figura 8. Mapa geológico del municipio de Montería.
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Los depósitos aluviales son suelos anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables, estrechamente relacionadas con la granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener altos contenidos en materia orgánica en determinados medios. La permeabilidad depende de la granulometría. Generalmente presentan un nivel freático alto.

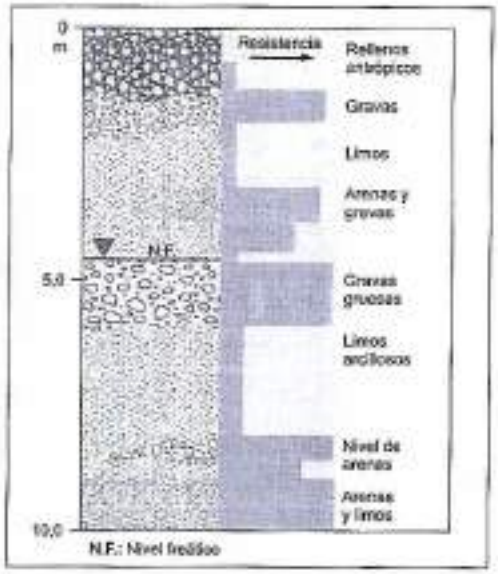


Figura 9. Perfil tipo de depósitos aluviales.
Fuente: González Vallejo. "Ingeniería geológica".

2.3. Geomorfología.

El río Sinú se caracteriza por formar valles aluviales amplios, el depósito aluvial del municipio de Montería aflora desde el corregimiento de Santa Isabel, hasta la población de El Vidrial al norte de Montería, donde se forman las zonas planas de gran extensión que incluye las ciudades de Montería y Cerete.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

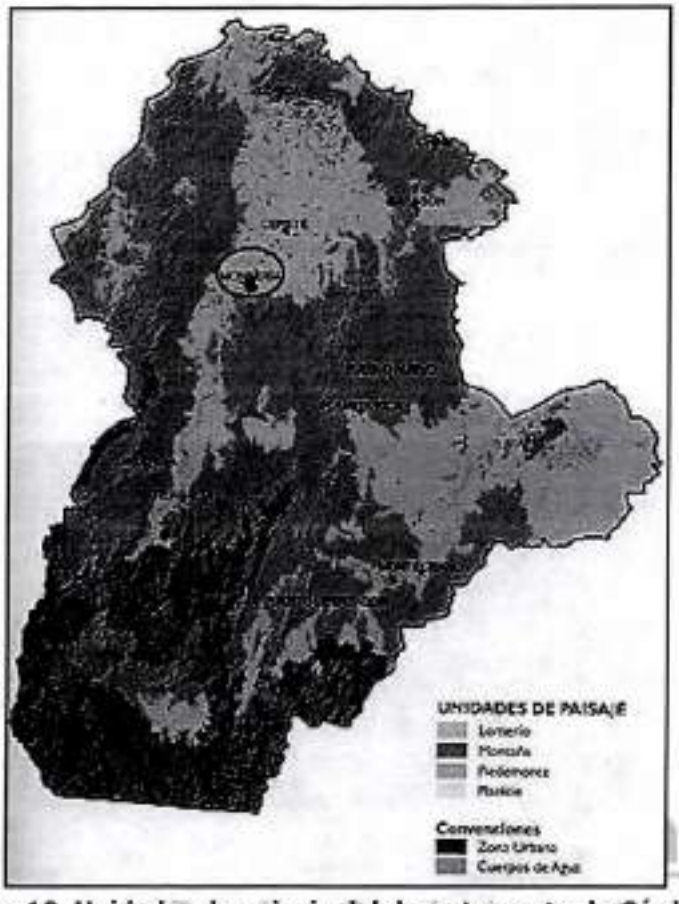


Figura 10. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

El municipio de Montería pertenece a las unidades de paisaje de planicie y piedemonte. El paisaje de planicie es una geoforma caracterizada por ser una zona amplia y plana a ligeramente plana, cuyas pendientes son menores a 3.00%. Corresponde a los diferentes aportes de origen aluvial, marino o eólico.

Por otra parte, se define como paisaje de piedemonte a planicies inclinadas, que se extienden al pie de sistemas montañosos, serranías, y lomeríos, que han sido formadas por la sedimentación de materiales transportados por las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.

2.4. Geoestructura y ambiente Morfométrico.

El municipio de Montería se localiza en la Geoestructura correspondiente a la megacuenca de sedimentación ubicada al norte y occidente de la cordillera y se extiende hasta el mar caribe. cubriendo 23.788.87 Km^2, lo que equivale al 95.4% del territorio del departamento

de Córdoba. Geográficamente a esta pertenecen las serranías de Abibe, San Jerónimo, y Ayapel. La megacuenca está conformada por rocas sedimentarias continentales y marinas del Cretáceo – Neógeno y por extensos depósitos del cuaternario, de origen aluvial, fluvio-lacustre, fluvio marino y marino, principalmente, lo que crea un ambiente morfogenético de depositación.

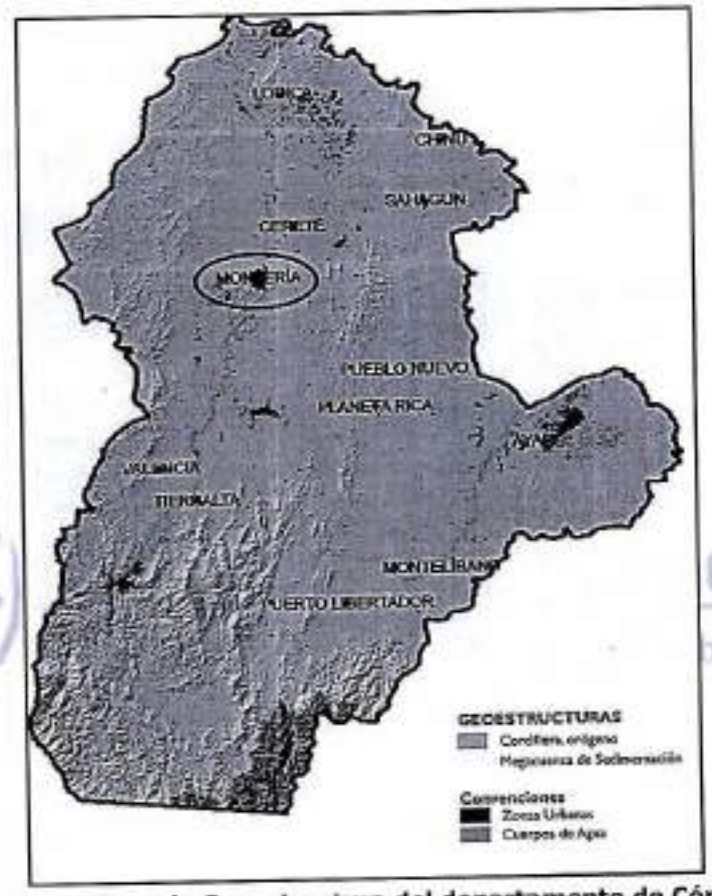


Figura 11. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

2.5. Clima.

El clima es uno de los factores formadores de suelos, debido en gran medida a que define las cantidades y distribuciones de los diversos organismos, animales y vegetales, así como sus relaciones.

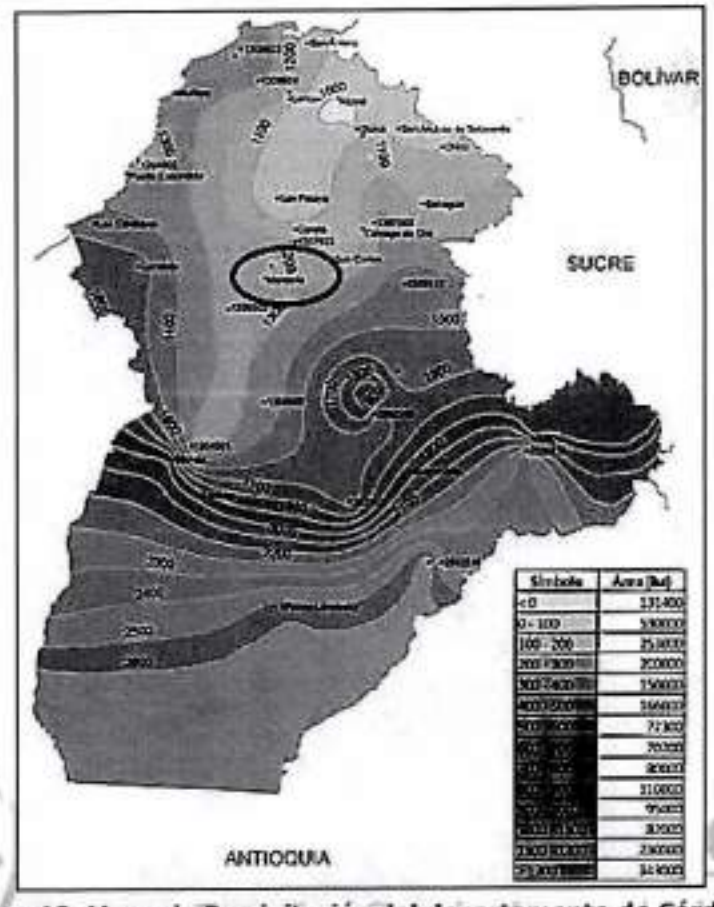


Figura 12. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

El municipio de Montería dada su fisiografía y su posición en la llanura del Caribe colombiano, se localiza con respecto a los vientos provenientes del Mar en una posición de sotavento ocasionando climas predominantemente secos la mayor parte del año, con una alta humedad relativa por la presencia del río Sinú y sus sistemas de ciénagas y humedales, presenta lluvias con vientos (vendavales) en épocas húmedas y unos microrrelieves en las serranías de las Palomas y de San Carlos que se comportan como barloventos aumentando la nubosidad y la generación de lluvias.

El municipio de Montería posee una altura promedio de 18 msnm, con una precipitación media anual de 1200 mm. La distribución de las lluvias de la zona se encuentra supeditada al paso anual del CIT (Centro de Convergencia Intertropical), el paso de este centro neurálgico ocasiona un tiempo ciclónico, es decir, nubado, lluvioso y fresco; antes de este paso existe el tiempo anticiclónico, es decir soleado, seco y con variación de las temperaturas diurnas.

Por lo anterior el municipio de Montería presenta dos temporadas de lluvia: La primera es lluviosa en parte de abril y mayo, y la segunda, también lluviosa entre los meses de septiembre y noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto, y por último una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo.

El promedio anual de la temperatura es de 27 °C, con un ligero aumento en los meses de marzo, abril y mayo. La Variación diaria presenta una amplitud de 10 °C, en cuanto la variación espacial no es muy significativa, pues el 98.2% del territorio se encuentra en el piso térmico cálido. Por ello, puede considerarse que el promedio anual de 27 °C es representativo para el municipio de Montería.

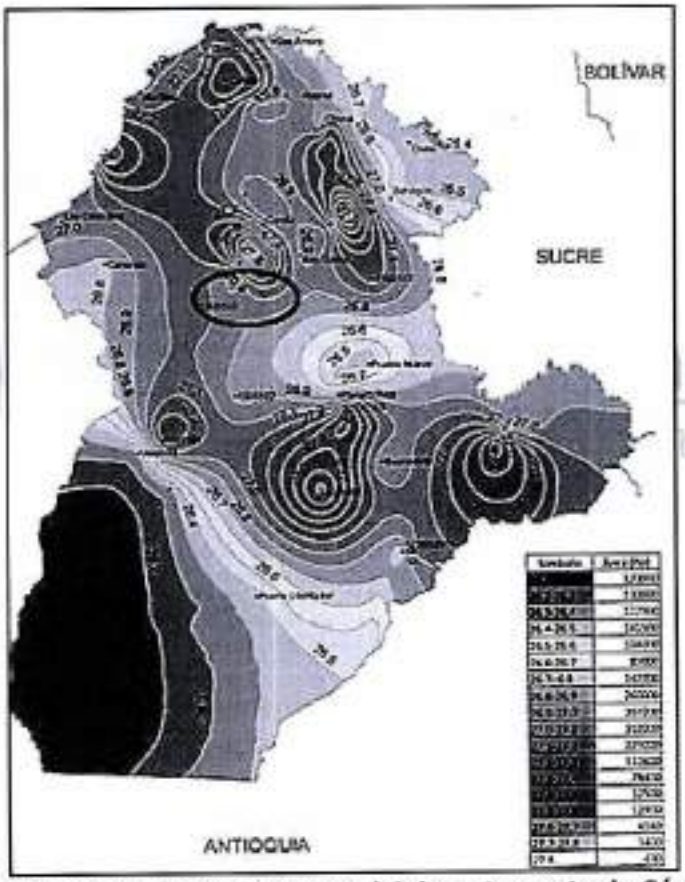


Figura 13. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

El brillo solar anual varía entre 1.400 y 1.800 horas de luz. La humedad ambiente (84%). se relaciona con el brillo solar y con los intensos procesos de evapotranspiración.

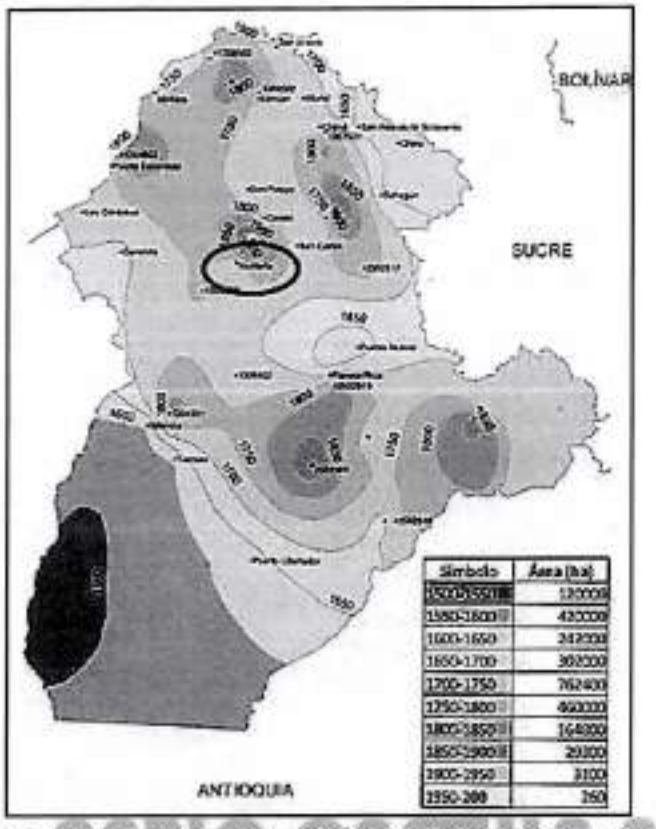


Figura 14. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

La evapotranspiración potencial (E.T.P.), presenta un área definida como de núcleo central regional del valle del Sinú que va desde Montería hasta el norte con un valor ubicado en el rango de 1700 - 1750 mm anuales decreciendo hacia las zonas extremas de la cuenca hasta los 1.650 mm/año.

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite, el municipio presenta una franja alineada a lado y lado del plano de inundación del río en el clima cálido semi-seco; en el resto del área de Montería sigue siendo cálido, pero con un régimen de humedad semi-húmedo.

Estación	msnm	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	ETP (mm)	Déficit (mm)	Exceso (mm)	Piso Térmico	Clase Clima	Símbolo
Montería	18	1200	26,9	1711,4	558,0	46,6	Cálido	Seco	c-S

Tabla 1. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

2.6. Vegetación.

El municipio de Montería tiene área de su territorio dentro de la parte media y baja del río Sinú, la vegetación original ha sido completamente degradada sólo a pequeños bosques o zonas de bosque de galería, por la transformación y/o adecuación de las tierras de los ecosistemas para extensas áreas de praderas para el desarrollo de sistemas pecuarios semi - intensivos y extensivos y la agricultura comercial y de subsistencia.

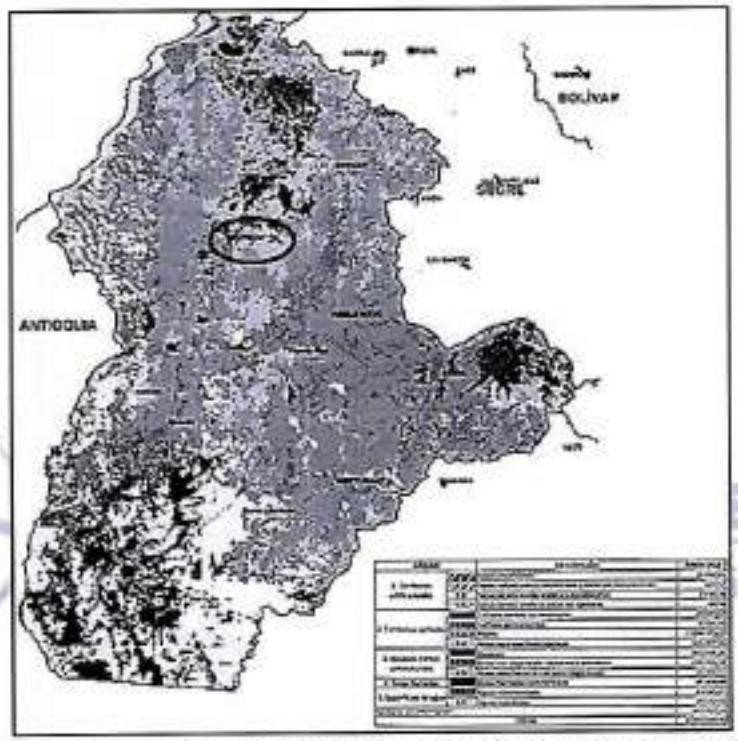


Figura 15. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba. IGAC.

A los alrededores del municipio se encuentra áreas agrícolas heterogéneas, áreas que presentan heterogeneidad en la cobertura, ya sea por el tamaño reducido por condiciones locales de clima o de suelos que hacen difícil la separación de unidades cartográficas homogéneas, y pastos de territorios agrícolas que son tierras ocupadas principalmente para la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.

92/2

2.7. Sismicidad.

La Norma Colombiana de construcciones sismo resistentes ubica a Montería en una zona de amenaza sísmica Intermedia, los coeficientes sísmicos tienen las siguientes magnitudes:

Aa = 0.10 (Coeficiente de aceleración pico efectiva).
Av = 0.15 (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño).
Ad = 0.04 (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño).
Ae = 0.07 (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada).
Fa = 2.50 (Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos).
Fv = 3.50 (Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios).



Figura 16. Zona de amenaza sísmica del municipio de Montería.
Fuente: Título A. Norma Sismo Resistente NSR 10.

2.7.1. Perfil de suelo.

Paso 1: Se verificó inicialmente que el suelo no es susceptible a fenómenos de licuación o colapso. su contenido orgánico no es apreciable y no presentaron índices plásticos mayores al 75%, con lo cual se descarta que sean tipo F.

Paso 2: Posteriormente se analizó la existencia de estratos limosos de más de 3.00 m de espesor cuyas resistencias al corte no drenado sean inferiores a 50 KPa (50KPa>$\overline{Su}$), que tengan un contenido de agua mayor o igual al 40% y que los índices de plasticidad sean superiores al 20%.

Paso 3: El perfil se debe clasificar usando uno de los siguientes criterios: Vs, N o Su, en este caso se realizará con la resistencia al corte no drenado (Su) y el número de golpes N, debido a que no se cuenta con un ensayo que indique el valor de la velocidad de onda (Vs).

Teniendo en cuenta los valores de Su y N mostrados en los perfiles de los sondeos, el perfil del suelo es tipo **E.**

2.7.2. Coeficiente de importancia.

Dado que el proyecto pertenece al Grupo III, al tratarse de una edificación indispensable tras un sismo para atender emergencias y garantizar la salud y seguridad de las personas, se le asigna un coeficiente de importancia de **1.25.**

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla 2. Valores del coeficiente de importancia, I.
Fuente: Titulo A. Norma Sismo Resistente NSR 10.

3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.

3.1. Exploración de campo.

Para evaluar el subsuelo del proyecto se realizaron seis (6) perforaciones de 6.00 m de profundidad, un (1) apique de 1.50 m de profundidad y un (1) CBR inalterado. A continuación, se resume el programa exploratorio:

N sondeo	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Latitud (WGS84)	Longitud (WGS84)
1	6.00	0.80	8°44'25.83"N	75°52'18.61"W
2	6.00	0.70	8°44'26.37"N	75°52'18.51"W
3	6.00	0.80	8°44'26.20"N	75°52'17.87"W
4	6.00	0.75	8°44'27.00"N	75°52'18.80"W
5	6.00	0.70	8°44'27.34"N	75°52'19.65"W
6	6.00	0.85	8°44'27.61"N	75°52'18.11"W

Tabla 3. Resumen de la exploración realizada (sondeos).
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Apique y CBR	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Latitud (WGS84)	Longitud (WGS84)
1	1.50	0.70	8°44'26.53"N	75°52'17.69"W

Tabla 4. Resumen de la exploración realizada (apiques y CBR).
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

3.1.1. Localización de los sondeos.

Se presenta a continuación la localización de los sondeos realizados utilizando la herramienta Google Earth Pro.



Figura 17. Localización de los sondeos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

3.1.2. Metodología de exploración.

Para el avance de las perforaciones se utilizaron barrenos manuales tipo helicoidal, además se hicieron pruebas de penetración estándar (SPT).

Cuando se alcanzó el nivel adecuado a cada metro y medio, se tomó una muestra inalterada. para lo cual se acopló el tubo estándar o Shelby, según fuere granular o cohesivo el suelo, en la varilla de extensión y se procedió a tomar una muestra inalterada. El tubo se introdujo a golpes (o presión), con una almádana que pesa 63.50 Kg desplazándose en caída libre desde 0.762 m, hasta lograr una penetración aproximada de 0.45 m, espaciados cada 0.15 m y contabilizando el número de golpes en cada segmento de suelo penetrado, luego se procedió a sacar la muestra.



Registro Fotográfico 1. Exploración del subsuelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoria.

3.1.3. Ensayos de laboratorio.

Sobre las muestras se tomaron las más representativas para la clasificación por el Sistema Unificado (USCS) y con ellas se determinaron las características de resistencia mecánica del suelo. mediante la ejecución de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Tamizado mecánico.
- Límites líquido y plástico.

- Determinación de humedad.
- Compresión inconfinada.
- Resistencia (CBR).

3.1.4. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración.

Los ensayos realizados a las muestras obtenidas en campo se hicieron bajo el procedimiento de las siguientes normas:

Ensayo	Norma	Equipos	Registros de calibración
Tamizado mecánico	I.N.V. E-123-13	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01gr y 0.10%.	Ver anexo 3
Límite líquido	I.N.V. E-125-13	Cazuela de Casagrande, vidrio. espátula, ranurador, recipientes. balanza y horno.	Ver anexo 3
Límite plástico	I.N.V. E-126-13	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superficie plana para enrollamiento.	Ver anexo 3
Determinación de humedad	I.N.V. E-122-13	Horno, balanza, recipientes.	Ver anexo 3
Compresión inconfinada	I.N.V. E-152-13	Aparato de compresión, balanza, horno	Ver anexo 3
Resistencia (CBR)	I.N.V. E-148-13	Moldes de CBR, máquina de ensayo a compresión CBR	Ver anexo 3

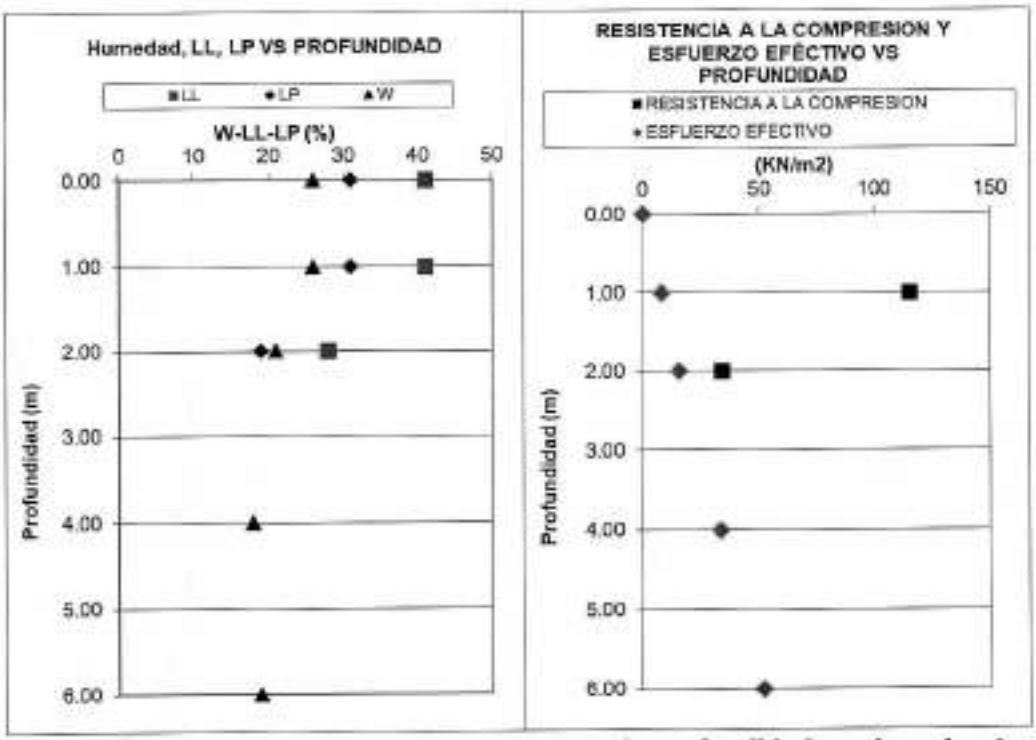
Tabla 5. Normatividad. equipos y registros de calibración.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

3.2. Caracterización del subsuelo.

3.2.1. Descripción de sondeos.

A continuación, se realiza la descripción de los sondeos realizados:

Sondeo 1.
0.00 – 0.40 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.40 – 1.00 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo de consistencia firme.
1.00 – 2.50 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.
2.50 - 6.00 m: Arena limosa de color pardo en estado de densidad suelto.
Las humedades de los materiales varían entre 19 y 26%.
Se registró nivel freático a 0.80 m de profundidad.

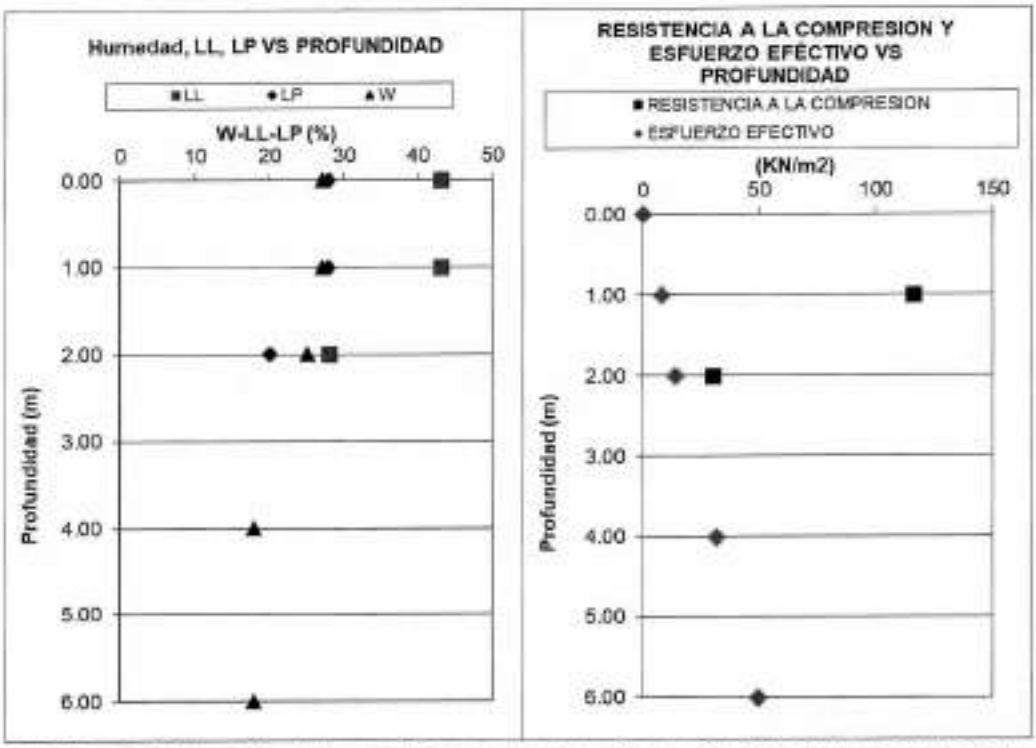


Gráfica 1. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 1.
Gráfica 2. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 1.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 2.

0.00 – 0.30 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.30 – 1.10 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo de consistencia firme.
1.10 - 2.80 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.
2.80 - 6.00 m: Arena limosa de color pardo y gris en estado de densidad suelto.
Las humedades de los materiales varían entre 18 y 27%.
Se registró nivel freático a 0.70 m de profundidad.

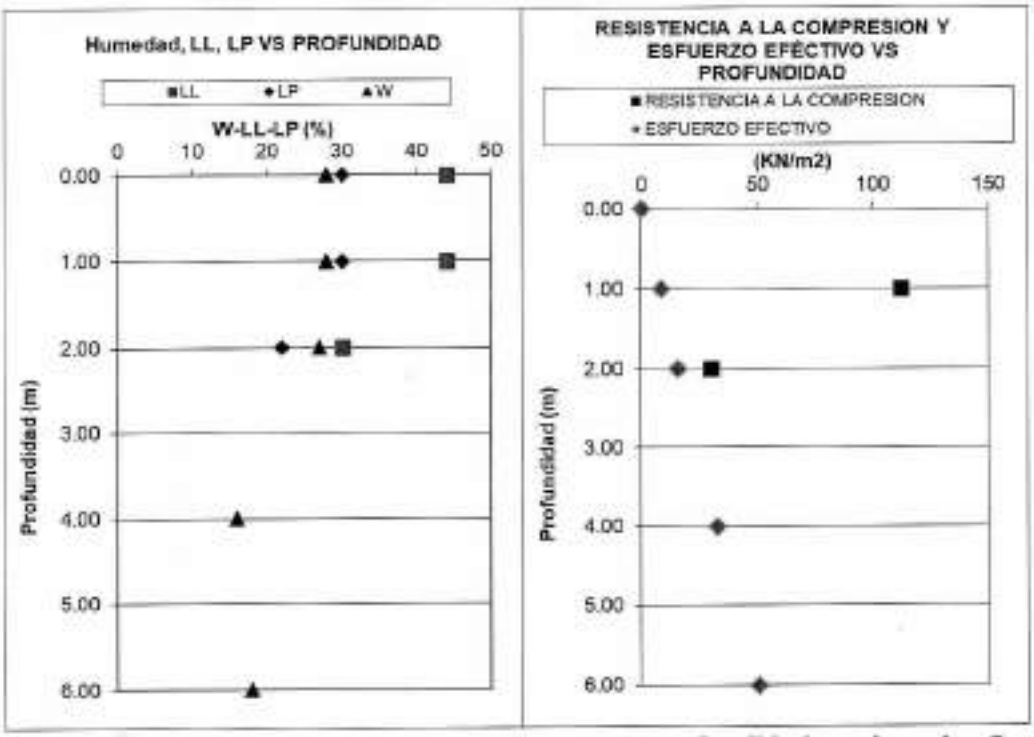


Gráfica 3. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 2.
Gráfica 4. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 2.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 3.

0.00 – 0.30 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.30 – 1.00 m: Limo de mediana plasticidad de color gris de consistencia firme.
1.00 - 2.60 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.
2.60 - 6.00 m: Arena limosa de color pardo y gris en estado de densidad suelto.
Las humedades de los materiales varían entre 16 y 28%.
Se registró nivel freático a 0.80 m de profundidad.

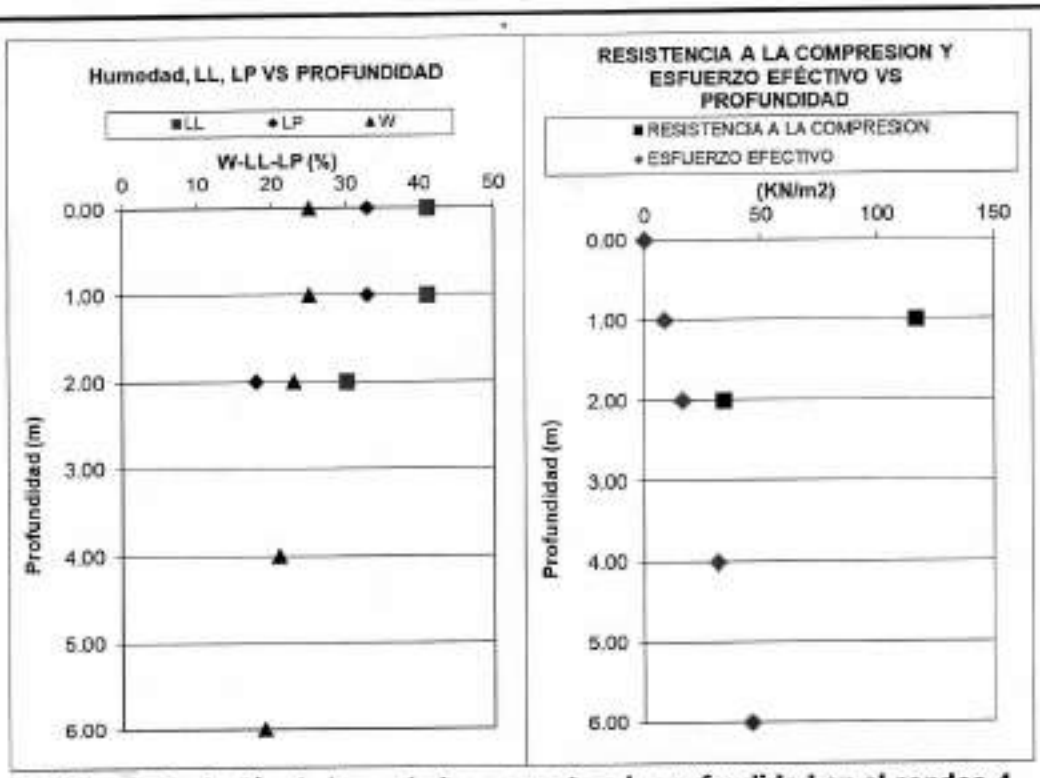


Gráfica 5. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 3.
Gráfica 6. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 3.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 4.

0.00 – 0.30 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.30 – 1.00 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo de consistencia firme.
1.00 - 2.70 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.
2.70 - 6.00 m: Arena limosa de color pardo y gris en estado de densidad suelto.
Las humedades de los materiales varían entre 19 y 25%.
Se registró nivel freático a 0.75 m de profundidad.

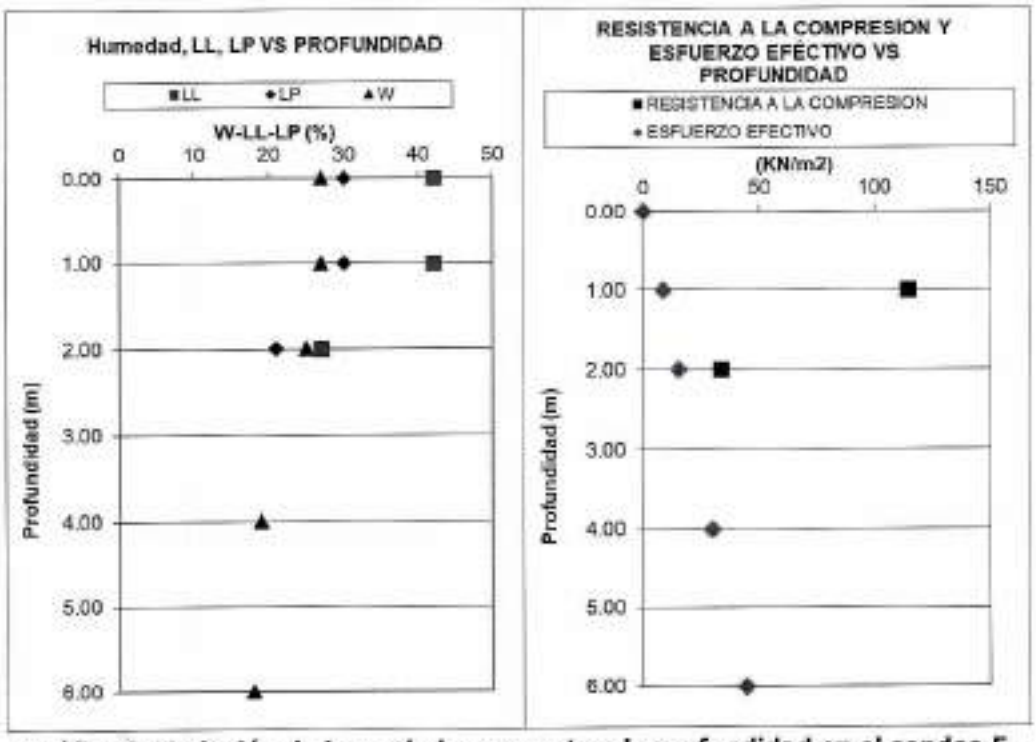


Gráfica 7. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 4.
Gráfica 8. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 4.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 5.

0.00 – 0.40 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.40 – 1.00 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo de consistencia firme.
1.00 - 2.50 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.
2.50 - 6.00 m: Arena limosa de color pardo y gris en estado de densidad suelto.
Las humedades de los materiales varían entre 18 y 27%.
Se registró nivel freático a 0.70 m de profundidad.

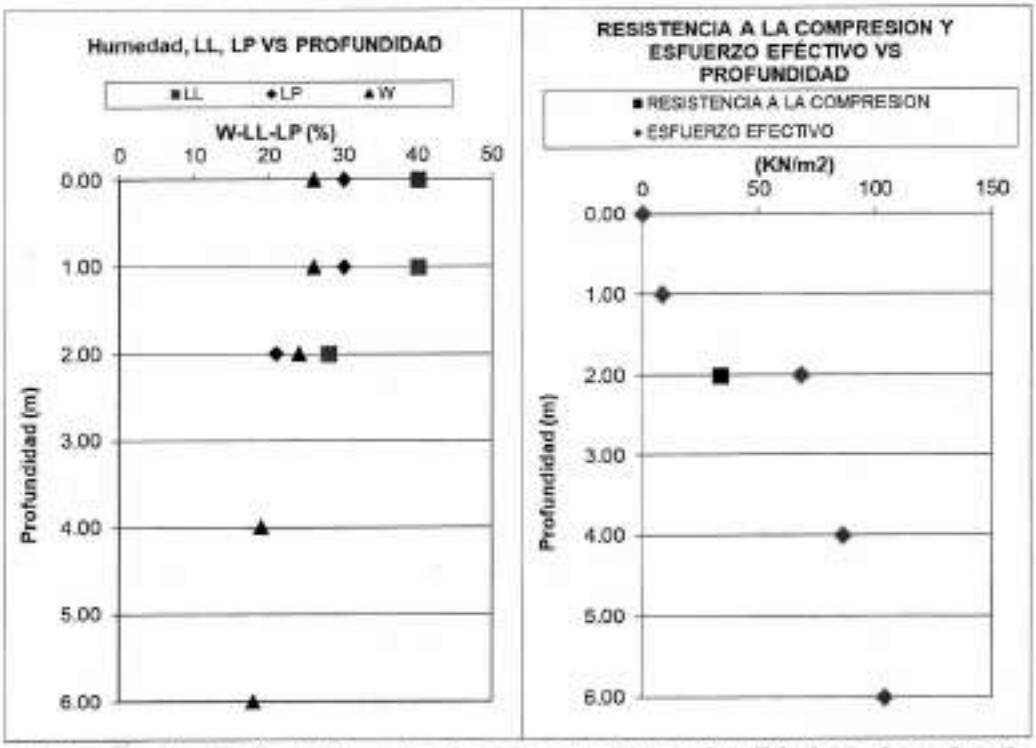


Gráfica 9. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 5.
Gráfica 10. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 5.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 6.

0.00 – 0.40 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.40 – 1.00 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo y gris de consistencia dura.
1.00 - 2.60 m: Arcilla de baja plasticidad de color y gris de consistencia blanda.
2.60 - 6.00 m: Arena limosa de color gris en estado de densidad suelto.
Las humedades de los materiales varían entre 18 y 26%.
Se registró nivel freático a 0.85 m de profundidad.



Gráfica 11. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 6.
Gráfica 12. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 6.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Apique 1.

0.00 – 0.35 m: Material de relleno contaminado con escombros.
0.35 – 1.20 m: Limo de mediana plasticidad de color pardo.
1.20 – 1.50 m: Arcilla de baja plasticidad de color pardo con vetas grises.
Las humedades de los materiales varían entre 28 y 29%.
Se registró nivel freático a 0.70 m de profundidad.

4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS.

Con el fin de establecer el tipo de suelo y sus condiciones mecánicas, se realizaron las siguientes actividades:

4.1. Determinación del peso unitario (γ) de suelos de grano fino y densidad relativa (Dr) de suelos de grano grueso.

El peso unitario en estado húmedo o saturado, para suelos finos, se obtiene mediante mediciones directas sobre las muestras inalteradas. Se obtiene el peso y sus dimensiones (diámetro y altura), determinando así cada peso y volumen en particular, y la relación peso / volumen, determina el peso unitario o volumétrico del espécimen.

La densidad relativa de suelos de grano grueso está en función del número de golpes corregido, el esfuerzo efectivo y la presión atmosférica, así como se muestra a continuación:

$$Dr = [\frac{(N_1)_{60}}{(17 + 24(\frac{\sigma_o{}'}{Pa})}]^{0.5}$$

Donde:
Dr: Densidad relativa del suelo.
$(N_1)_{60}$: Número de golpes corregido por confinamiento.
σ'o: Esfuerzo efectivo del suelo.
Pa: Presión atmosférica (≅100 KN/m^2).

4.2. Estandarización del número de penetración estándar.

Se estandarizó el número de penetración estándar de campo asumiendo que la energía aplicada corresponde a:

$$N60 = \frac{N * \eta H * \eta B * \eta S * \eta R}{60}$$

Dónde:
N: Número de golpes tomados en campo.
ηH: Factor dependiente del tipo de martillo y la liberación del mismo.
ηB: Factor dependiente del diámetro de la tubería de revestimiento.
ηS: Factor dependiente del tipo de muestreador.
ηR: Factor dependiente de la longitud de la barra.

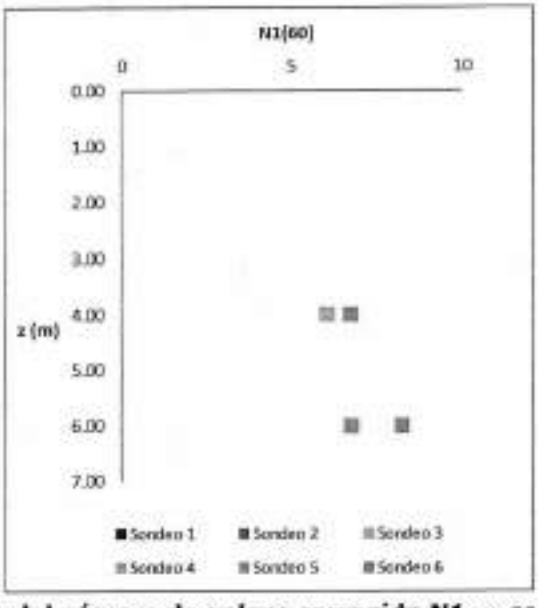
PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Utilizando un factor de corrección en función del esfuerzo efectivo del suelo se obtiene $(N_1)_{60}$ (Número de golpes corregido por confinamiento, esta última corrección se hace cuando se está en presencia de materiales friccionantes. utilizando la siguiente fórmula:

$$CN = \sqrt{\frac{1}{\frac{\sigma'o}{Pa}}}$$

Dónde:
σ'o: Esfuerzo efectivo del suelo.
Pa: Presión atmosférica (≅100 KN/m^2).

La siguiente gráfica muestran la variación del número de golpes corregido en función de la profundidad para los suelos encontrados en el sitio de construcción:



Gráfica 13. Variacion del número de golpes corregido $N1_{(60)}$ con la profundidad (z). Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

La grafica relaciona la resistencia del suelo en funcion del número de golpes a medida que se profundiza en la exploración, materiales de grano grueso en estado de densidad suelta.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

4.3. Obtención de los parámetros de resistencia al corte de los estratos.

La obtención de los parámetros de resistencia al corte de cada estrato de suelo (Cu y ϕ). se logró de la siguiente forma:

- **Cohesion no drenada:** Para los suelos cohesivos, los valores de cohesión inconfinada, fueron tomados directamente de los ensayos de compresión simple en muestras inalteradas.

- **Ángulo de fricción:** Para los suelos arenosos. el ángulo de fricción se determinó a través de la metodología de Japan Road Boreau, cuyo valor promedio se obtiene de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\phi = 15^{\circ} + \sqrt{15(N1)_{60}}$$

Dónde:
$(N1)_{60}$: Número de penetración estándar obtenido en campo, corregido por energía y confinamiento.

- **Módulos de elasticidad:** Los valores de módulo de elasticidad para las arcillas se obtienen a partir de valores de Cu, como se muestra a continuación:

$$Es = \beta * Cu$$

Donde β se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Índice de plasticidad	β				
	OCR=1	OCR=2	OCR=3	OCR=4	OCR=5
<30	1500 - 600	1380 - 500	1200 - 580	950 - 380	730 - 300
30 a 50	600 - 300	550 - 270	580 - 220	380 - 180	300 - 150
>50	300 - 150	270 - 120	220 - 100	180 -90	150 - 75

Tabla 6. Intervalo de β para arcilla.
Fuente: Braja M. Das. "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

y para arenas es calculado de acuerdo con la siguiente formulación:

$$Es = 0.5(N_{60} + 15)$$

Dónde:
Es: Modulo de elasticidad (Mpa).
N_{60}: Número de golpes corregido por energía.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

- **Relación de Poisson μ:** Los valores de relación de Poisson se obtienen a partir de la siguiente tabla:

Material	Relación de Poisson μ
Arcilla húmeda	0.10 a 0.30
Arcilla arenosa	0.20 a 0.35
Arcilla saturada	0.45 a 0.50
Limo	0.30 a 0.35
Limo saturado	0.45 a 0.50
Arena suelta	0.20 a 0.35
Arena densa	0.30 a 0.40
Arena fina	0.25
Arena gruesa	0.15
Rocas	0.15 a 0.25
Loess	0.10 a 0.30
Concreto	0.15 a 0.25
Acero	0.28 a 0.31

Tabla 7. Relación o módulo de Poisson aproximado. para diferentes materiales.
Fuente: Tabla 13.1. Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones.

A continuación se muestran los perfiles de diseño del suelo, los cuales son realizados con los párametros obtenidos de los ensayos de laboratorio y utilizando las metodologías descritas en párrafos anteriores:

PERFIL DEL SUELO					
Profundidad (m)	**Peso especifico g (KN/m³)**	**Cohesión no drenada Cu (KN/m²)**	**Angulo de fricción f (°)**	**Módulo de elasticidad E (KN/m²)**	**Relación de Poisson μ**
1.00	18.39	57.21		17162	0.50
2.00	17.45	16.33		8166	0.50
4.00	18.36		25	10833	0.35
6.00	18.34			11250	0.35

Tabla 8. Características generales del suelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

4.4. Evaluación de las características especiales de los suelos.

4.4.1. Potencial de expansión.

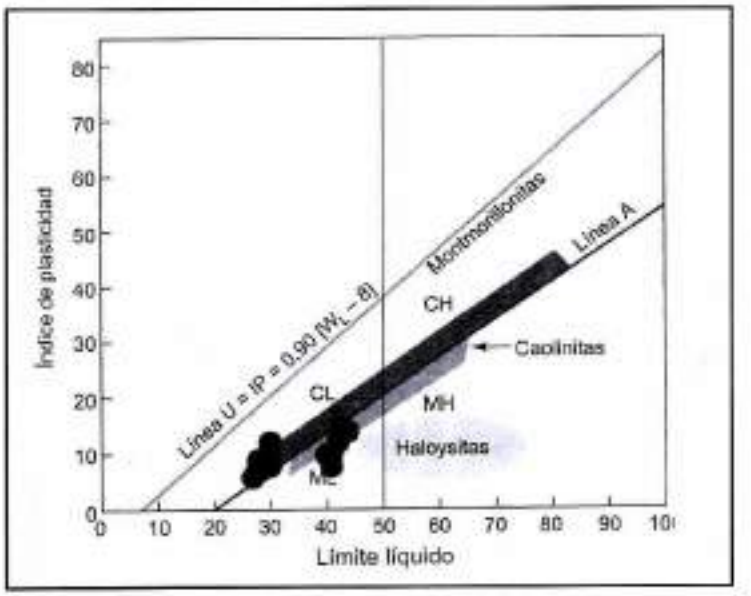
El material fino que conforma el subsuelo del proyecto tiene valores de límite líquido contenidos en el rango del 27 al 44% y un índice plástico del 6 al 15%, lo cual de acuerdo con lo establecido en el titulo H de la norma NSR-10, cualifica los suelos con potencial expansivo variable de bajo a medio.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Potencial de expansión	Límite líquido LL. en (%)	Índice de plasticidad. IP. en (%)
Muy alto	> 63	> 32
Alto	50 – 63	23 – 45
Medio	39 – 50	12 –34
Bajo	< 39	< 20

Tabla 9. Clasificación de suelos expansivos.
Fuente: Título H de la norma NSR-10.

La siguiente gráfica permite estimar la mineralogía del material fino conformante del subsuelo.



Gráfica 14. Carta de Plasticidad del proyecto.
Fuente: González Vallejo. "Ingeniería geológica".

Se observa que la tendencia de las muestras es hacía la familia mineralógica de las Illitas, y Caolinitas. Las Illitas son materiales con estructura mineralógica 2:1, 2 capas de tetraedros de sílice por un octaedro de alúmina, en estos materiales los átomos de silicio han sido reemplazados por aluminio y, además están presentes iones de potasio entre las hojas tetraédricas de los materiales adyacentes. Las caolinitas son materiales con estructura mineralógica 2:1, 2 capas de tetraedros de silice por un octaedro de alúmina, en estos materiales las láminas empaquetan de forma seguida, no dejando muchos espacios para adsorber agua.

4.4.2. Potencial de licuación.

Durante la exploración del subsuelo, se encontraron arenas limosas bajo la influencia del nivel freático y con estado de densidad suelto. Por lo que se hace necesario evaluar el potencial de licuación.

A continuación, se evalúa el potencial de licuación, empleando el método empírico simplificado, a partir de los resultados obtenidos de ensayos de penetración estándar.

Las dos variables sísmicas primarias utilizadas en el análisis se describen a continuación:

a) La excitación sísmica de la capa de suelo, expresada en términos de la relación de esfuerzos cíclicos promedios (CSR = τpro / σ'vo).

b) La capacidad de la capa de suelo para resistir la licuación, en términos de la relación de resistencia cíclica (CRR).

En la mayoría de los procedimientos empíricos, el valor promedio de la relación de esfuerzos cortantes cíclicos (CSR) inducidos por el sismo se estima de los análisis de la respuesta dinámica del subsuelo, o mediante la siguiente ecuación recomendada por Seed e Idriss (1971) y adoptada por las NSR Colombiana.

$$CSR = \left(\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}}\right) = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

Dónde:

a_{max}: Máxima aceleración que se espera en el lugar según las leyes de atenuación, amplificada por el efecto de sitio, considerando que los suelos no se licúan y que las presiones de poros no se incrementan en el proceso.

σvo y σ'vo: Esfuerzos verticales total y efectivo.

rd: Factor de reducción de esfuerzos, el cual varía ampliamente con la profundidad dependiendo del perfil de suelos.

Youd e Idriss (1997) recomiendan las siguientes ecuaciones para calcular los valores promedio de rd.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Ambientales

$$rd = \begin{cases} 1 - 0.00765z & z < 9.2\ m \\ 1.174 - 0.0267z & z\ 9.2 < z < 23\ m \\ 0.744 - 0.008 & 23 < z < 30m \\ 0.50 & z > 30.0\ m \end{cases}$$

Para determinar la resistencia a la licuación de los suelos arenosos, la relación CSR se compara con la relación CRR. Esta última se obtiene de correlaciones empíricas entre la relación de esfuerzos cíclicos requeridos para causar licuación y los valores de N (SPT) normalizados por profundidad y energía de los golpes del martillo (valores de (N1)60). Para este caso en particular se empleó la fórmula de Rauch, mostrada a continuación.

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 - (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

Adicionalmente, para aplicar el *procedimiento simplificado* se requieren factores de escala por la magnitud del sismo (MSF). Factores determinados por diferentes autores son presentados en la siguiente tabla:

MSF (según)		MAGNITUD DEL SISMO						
		5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
Seed e Idris (1982)		1.43	1.32	1.19	1.08	1.00	0.94	0.89
Idriss (1995)		2.20	1.76	1.44	1.19	1.00	0.84	0.72
Ambrasey (1988)		2.86	2.20	1.69	1.30	1.00	0.67	0.44
Arango (1996)	S. Distancia	3.00	2.00	1.60	1.25	1.00	0.75	-
	S. Energia	2.20	1.65	1.40	1.10	1.00	0.85	-
Andrus y Stokoe (1997)		2.80	2.10	1.60	1.25	1.00	0.80	0.65
Youd y Noble (1997)	PI<20%	2.86	1.93	1.34	1.00	-	-	-
	PI<32%	3.42	2.35	1.66	1.20	-	-	-
	PI<50%	4.44	2.92	1.99	1.39	1.00	0.73	0.56

Tabla 10. Factores de ajuste según la magnitud del sismo.
Fuente: Youd y Noble 1997.

Para el análisis se toman los factores de ajuste dados por Andrus y Stokoe (1997).

Sondeo	Profundidad (m)	CSR Andrus y Stokoe	$CRR_{7,5}$	$CRR_{7,5}/CSR$	$FS_{5,5}$
4	4.00	0.14	0.10	0.67	1.88
5	6.00	0.15	0.10	0.70	1.97

Tabla 11. Factores de seguridad del depósito arenoso contra la falla potencial por licuación para diferentes magnitudes de sismo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

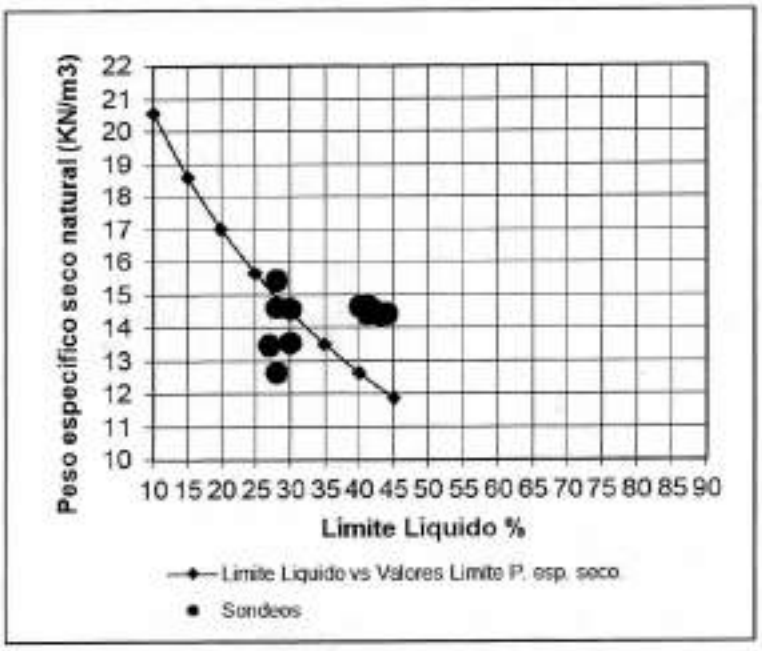
De acuerdo con el factor de seguridad básico mínimo directo recomendado en el titulo H de la NSR-10, igual a 1.05, el suelo se encuentra seguro ante sismos hasta de magnitud 5.5 en la escala de Richter.

Nota: *El Caribe Colombiano, es considerado como de sismicidad baja de acuerdo con la información histórica existente. como fuentes sismográficas en el área se destacan las fallas Oca. Cuiza. Santa Marta, Urumita, Punta Canoa y Rosario, estas donde ultimas postuladas por Vernette u otros (1993), con dirección E-W. Del mismo modo se consideran como fuentes sismogénicas de primer orden la falla de Romeral, Mamonal de dirección NNE y el cinturón deformado del caribe meridional.*

La región se caracteriza por el registro histórico de sismos en la mayoría de magnitud MS entre 4.1 – 5.5 y menores, debido a esto el anterior análisis se realiza hasta sismos de 5.5 en la escala de Richter.

4.4.3. Potencial de colapso.

La siguiente gráfica evalúa el potencial de colapso de las muestras de suelo del proyecto, al definir qué suelos tienen una relación de vacios que permitiría que su contenido de agua excediera al valor del límite líquido al estar saturado.



Gráfica 15. Evaluación de la potencialidad de colapso de los suelos del proyecto.
Fuente: Braja M. Das. "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

La mayoría de los puntos se encuentran localizados por encima de la línea de colapso. lo cual indica que son materiales densos no potencialmente colapsables (no sufren cambios volumétricos sustanciales al saturarse). Los puntos encontrados por debajo de la línea se encuentran bajo influencia del nivel freático, lo que inhibe el riesgo de colapso.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

4.5. Capacidad de soporte de diseño.

Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo de subrasante o competencia mecánica de los materiales de fundación del pavimento, se tomó un (1) ensayo de CBR inalterado en el terreno natural. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Estructura	N Prueba	Tipo	CBR humedad natural (%)	CBR sumergido (%)
Zona de parqueo	1	Inalterado	3.15	2.17

Tabla 12. Resultados ensayos de CBR inalterado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Se utiliza el CBR sumergido con el objetivo de contemplar el escenario más desfavorable al cual puede llegar a ser sometida la estructura, es decir, un nivel de saturación del suelo de subrasante.

Teniendo en cuenta lo anterior se toma como CBR de diseño 2.17%:

5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

5.1. Condición del subsuelo.

El subsuelo del proyecto se compone inicialmente por material de relleno contaminado con escombros con espesor variable entre 0.30 y 0.40 m, seguido de materiales finos correspondientes a limos de mediana plasticidad de consistencia firme, y arcillas de baja plasticidad de consistencia blanda, y finalizando con material granular correspondiente a arena limosa en estado de densidad suelto. Se registra la presencia del nivel freático entre 0.70 y 0.85 m de profundidad.

5.2. Rellenos y mejoramientos.

5.2.1. Terraplén tipo INVIAS.

El material recomendado para los rellenos necesarios corresponde a material de terraplén tipo INIVAS y debe cumplir con lo especificado en el artículo 220-22.

5.2.2. Piedra rajón.

Este material será utilizado como relleno del fondo de las excavaciones debido a que el flujo ascendente puede producir inestabilidad en el fondo de la excavación; tendrá diametros variables entre 0.15 y 0.30 m, y debe cumplir ademas con los siguiente requerimientos:

- Debe tener un peso unitario individual de 21.00 KN/m^3.
- El desgaste en la maquina de los angeles debe ser menor al 50%.
- Las perdidas en el ensayo de solidez en sulfatos debe ser maximo 12% en sulfato de sodio y de 18% en sulfatos de magnesio.

El mejoramiento debe ser envuelto en geotextil no tejido.

6. NIVEL DE PISO ACABADO.

De acuerdo con los niveles establecidos en el proyecto arquitectónico suministrado y con el fin de garantizar la correcta evacuación de las aguas de escorrentía, se ha determinado que la cota del nivel de piso terminado del proyecto será de **14.20 m.s.n.m.** A partir de esta cota, se proyectarán las distintas estructuras, asegurando que se ajusten a dicho valor para prevenir posibles inundaciones.

Adicionalmente, en cada numeral de diseño de cimentación se realizará un análisis comparativo entre la cota de la estructura y las cotas del terreno natural, a fin de asegurar que todas las diferencias de nivel sean consideradas adecuadamente en el desarrollo del proyecto.

A continuación, se muestran las cotas empleadas para la determinación del nivel de piso:

ELEMENTO	COTA (m.s.n.m.)
Cota de inundación Tr 100 años	13.68
Cota de inundación más borde libre	13.98
Cota vía pavimentada Carrera 29	13.40
Cota vía pavimentada Carrera 23	13.20
Predio en condición actual. Cota promedio	13.58
Nivel de piso respecto al nivel de vía	+0.80
NPT propuesto para edificio de halterofilia.	14.20

Tabla 13. Cota proyectada de los elementos y predio.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Para el predio, la altura de relleno necesaria varía entre 0.20 y 1.00 m, de acuerdo con la cota máxima y mínima del terreno actual.

Para la construcción del relleno se recomienda el uso de material de terraplén tipo INVIAS.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7. CIMENTACIÓN.

De acuerdo con la naturaleza del suelo y la tipología de las estructuras se recomiendan los siguientes cimientos para cada una:

a) Edificio de halterofilia: Cimientos corridos o cimientos aislados.
b) Cerramiento perimetral: Vigas de cimentación.
c) Cerramiento perimetral con bloque estructural: Cimientos corridos con pilotes de anclaje.
d) Cerramiento para la cancha de fútbol: Cimientos corridos con pilotes de anclaje.
e) Gimnasio al aire libre: Losa de cimentación.
f) Tanque de almacenamiento semienterrado: Losa de cimentación.
g) 2 canchas de fútbol: Arenilla.
h) Zonas de parqueo: Pavimento rígido.
i) Andenes y zonas peatonales: Adoquín tipo deck.
j) Poste cilíndrico H= 10.00 m y poste oleron H= 6.00 m m: Pilotes preexcavados.

A continuación, se desarrolla cada cimentación recomendada, definiendo en cada una cuanto es el relleno necesario para alcanzar el nivel de piso.

7.1. Cimentación para edificio halterofilia.

Las estructuras por construir para el edificio de halterofilia se muestran en las siguientes figuras:

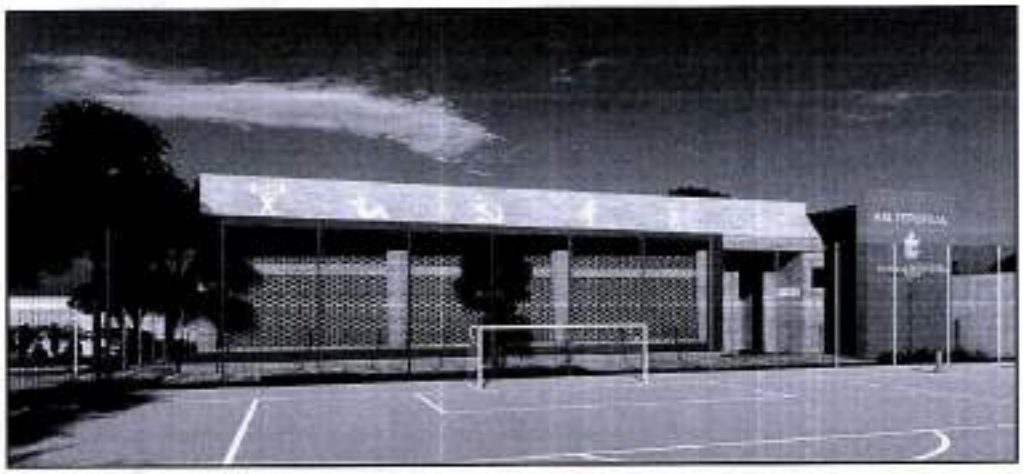


Figura 18. Render del edificio halterofilia.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

PABLO CASTILLA NEGRETE

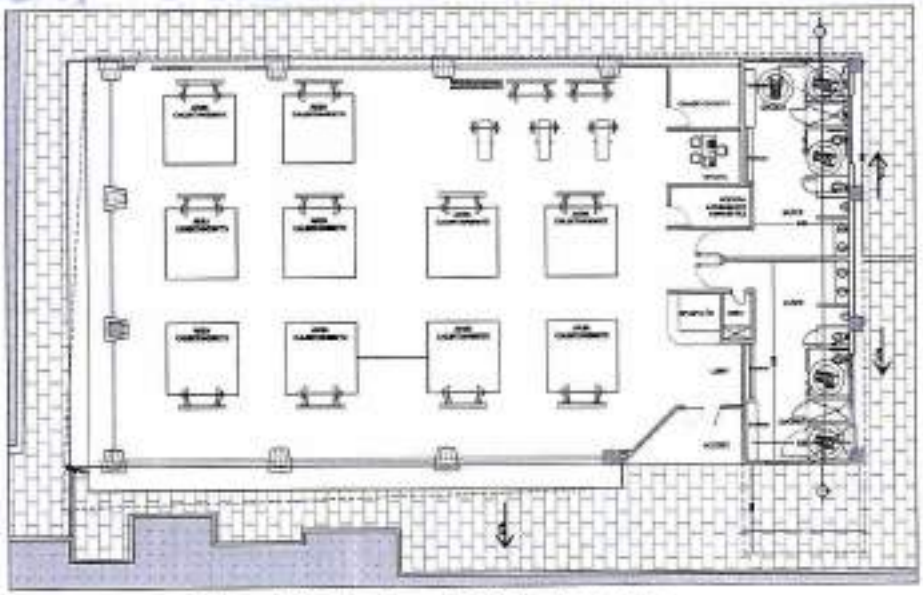


Figura 19. Planta edificio halterofilia.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

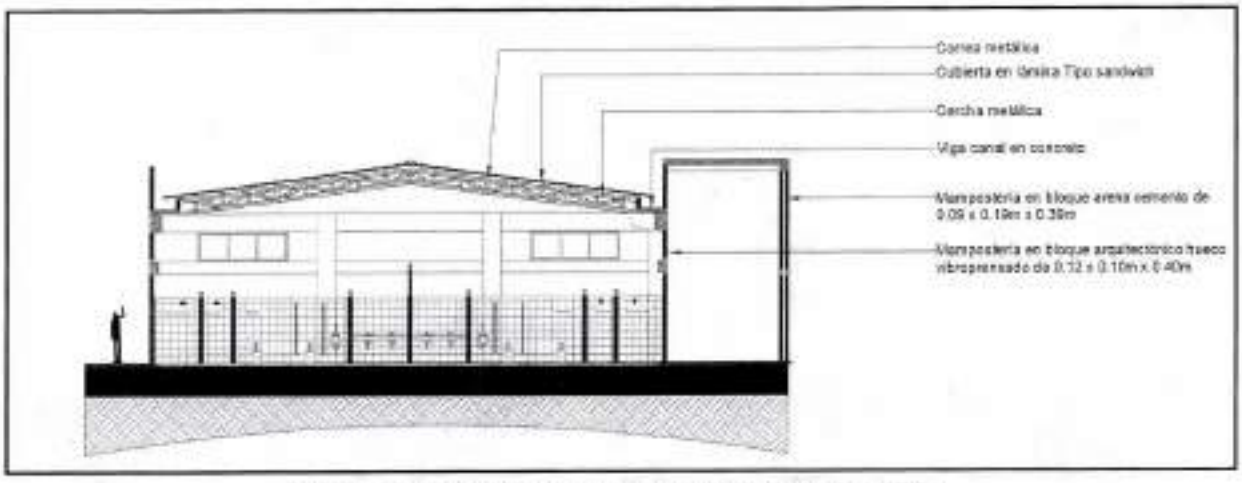


Figura 20. Vista transversal, edificio de halterofilia.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

Se recomienda transmitir las cargas a través de cimientos corridos.

7.1.1. Dimensión de los cimientos.

Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán los cálculos para anchos de 0.50 a 2.50 m, con variaciones cada 0.50 m y longitud de 6.00 m.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.1.2. Profundidad de apoyo.

La cimentación se ubicará a una profundidad de 1.00 m, medida desde la superficie del relleno proyectado para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto de 14.20 m.s.n.m y tendrá un espesor variable según la topografía de la zona.

En la siguiente tabla se resumen los espesores de relleno mínimos y máximos:

	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
Estructura	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Edificio de halterofilia	13.60	13.80	0.40	0.60

Tabla 14. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Para el edificio de halterofilia, los rellenos mínimos corresponden 0.40 m, por lo tanto, los cimientos estarán apoyados sobre el terreno natural, y requiere de la realización de un mejoramiento el cual corresponde a piedra rajón con geotextil de 0.50 m de espesor. Este mejoramiento debe cumplir con los requisitos especificados en el numeral 5.2.2.

Nota: *Todos los cálculos se realizarán en función del espesor mínimo de relleno. Este enfoque se adopta para garantizar que los asentamientos calculados sean conservadores, permitiendo un diseño más seguro al considerar espesores de relleno más pequeños.*

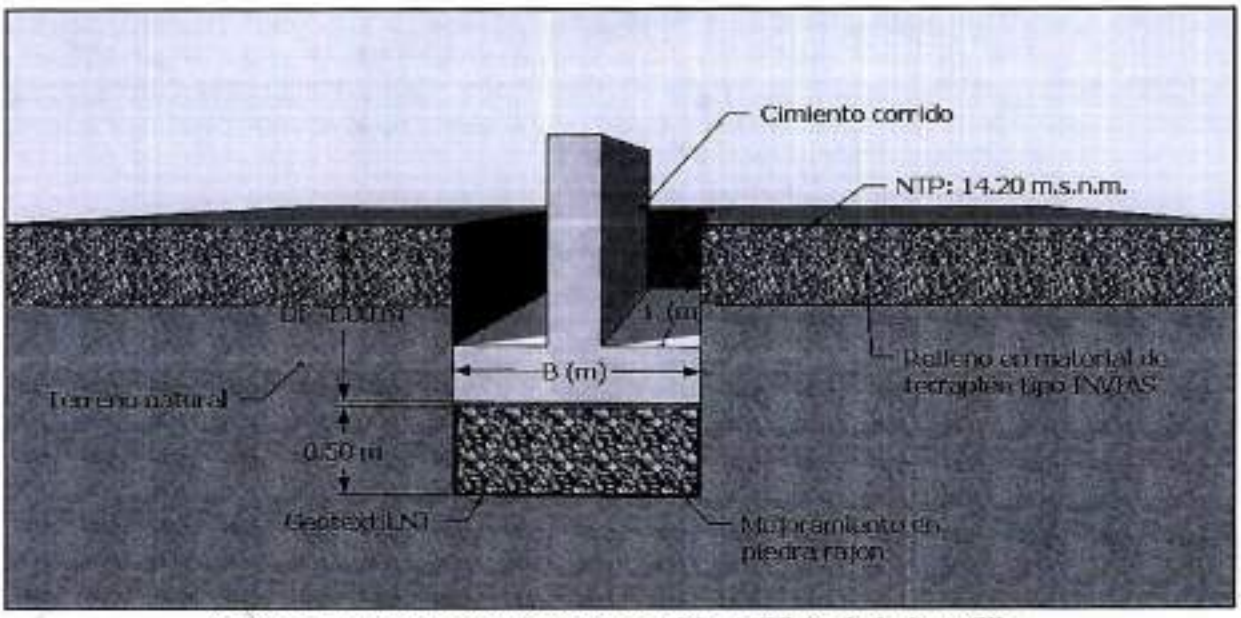


Figura 21. Esquema de cimiento corrido. Edificio de halterofilia.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.1.3. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante.

La capacidad de carga última ha sido obtenida mediante la fórmula general de Meyerhof y empleando los factores de capacidad de carga de Hansen. Para obtener la magnitud de la capacidad de carga admisible (qa) se han utilizado factores de seguridad mayores a 3.00 con el fin de mantener los asentamientos. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Mejoramiento (m)	Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m²)	Carga P (KN)
0.50	1.00	0.50	6.00	**110.50**	331.50
0.50	1.00	1.00	6.00	**99.91**	599.46
0.50	1.00	1.50	6.00	**85.36**	768.27
0.50	1.00	2.00	6.00	**74.29**	891.44
0.50	1.00	2.50	6.00	**68.96**	1034.34

Tabla 15. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

b) Capacidad de carga profunda.

Debido a que a 2.40 m de profundidad se registra un estrato de condiciones inferiores a las del estrato de fundación, se hace necesario realizar una revision de capacidad de carga profunda. en la cual se compara la capacidad de carga del estrato analizado contra los esfuerzos transimitidos a ese mismo nivel por la construccion de la estructura.

Para realizar este calculo se utilizó el metodo 2:1, que permite hallar el incremento de esfuerzo vertical a cierta profundidad situada debajo del centro de un área uniformemente cargada. El método consiste en dibujar superficies inclinadas descendentes a partir del borde del área cargada, como se muestra en la Figura 22, estas superficies tienen una pendiente de 2V:1H.

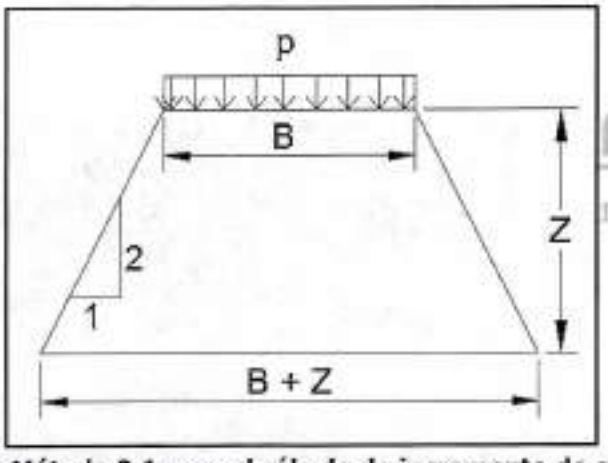


Figura 22. Método 2:1 para el cálculo de incremento de esfuerzos.
Fuente: Braja M. Das. "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

Cuando el área uniformemente cargada es un área rectangular de dimensiones B x L como en la figura anterior, el método 2:1 presenta la siguiente ecuación para el cálculo del incremento de esfuerzo vertical a una profundidad z.

$$\Delta\sigma = \frac{P}{(B+Z)*(L+Z)}$$

Dónde:
Δσ: Incremento de esfuerzo vertical.
P: Carga aplicada.
B: Ancho de la cimentación.

L: Largo de la cimentación.
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.

El factor de seguridad se calcula como sigue:

$$FS = \frac{qu\ 2}{\Delta q}$$

Dónde:
qu2: Capacidad de carga ultima al nivel de análisis.
$\Delta\sigma$: Incremento de esfuerzo vertical.

El incremento se toma como el máximo valor estimado para cada cimiento para realizar la revision por capacidad de carga profunda. Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
1.40	2.40	1.90	7.40	**45.48**	**23.58**	**5.79**
1.40	2.40	2.40	7.40	**44.60**	**33.75**	**3.96**
1.40	2.40	2.90	7,40	**45.59**	**35.80**	**3.82**
1.40	2.40	3.40	7,40	**44.60**	**35.43**	**3.78**
1.40	2.40	3.90	7,40	**43.96**	**35.84**	**3.68**

Tabla 16. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones inferiores.
Δq: Incremento de esfuerzo vertical.
FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.

Los resultados se consideran satisfactorios, debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

7.1.4. Asentamientos.

El asentamiento total del suelo es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación, para la capacidad de carga de los cimientos:

a) Asentamientos elásticos.

Los asentamientos han sido calculados basándose en la teoría de Bjerrum. la cual permite obtener los asientos elásticos de la masa de suelo:

$$Se = \Delta\sigma B \frac{1-\mu^2}{Es} I_W \mu_1 \mu_2$$

Dónde:
B: Ancho de la cimentación.
$\Delta\sigma$: Incremento de esfuerzo.
Es: Módulo de elasticidad del suelo.
μ: Módulo de poisson.
μ_1: Coeficiente en función de la relación H/B y L/B.
μ_2: Coeficiente en función de la relación Df/B.
I_W: Factor de influencia.

A continuación. se presentan los asentamientos elásticos:

Df (m)	B (m)	L (m)	Es (KN/m2)	μ	qa (KN/m2)	μ1	μ2	Se (mm)
1.00	0.50	6.00	11583	0.40	110.50	0.55	1.48	**2.67**
1.00	1.00	6.00	11583	0.40	99.91	0.61	1.29	**4.68**
1.00	1.50	6.00	11583	0.40	85.36	0.65	1.10	**5.44**
1.00	2.00	6.00	11583	0.40	74.29	0.70	0.99	**6.12**
1.00	2.50	6.00	11583	0.40	68.96	0.72	0.88	**6.50**

Tabla 17. Asentamientos elásticos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Es: Módulo de elasticidad del suelo.
M: Módulo de poisson.
Qa: Capacidad de carga admisible.
M_1: Coeficiente en función de la relación H/B y L/B.
μ_2: Coeficiente en función de la relación Df/B.
Se: Asentamientos elásticos.

b) Asentamientos por consolidación.

El asentamiento por consolidación ha sido calculado con la siguiente metodología:

$$Sc = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H$$

Dónde:
Sc: Asentamiento por consolidación.
Δe: Cambio total de la relación de vacíos.
E_o: Relación de vacíos inicial.
H: Altura del estrato.

El cambio total de la relación de vacíos (Δe) es calculada con las siguientes ecuaciones:

$$\Delta e = Cc * \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o} \ (para\ arcillas\ normalmente\ consolidadas)$$

$$\Delta e = Cr * \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o} \ (para\ arcillas\ sobreconsolidadas\ con\ \sigma'_o + \Delta\sigma' < \sigma'_C)$$

$$\Delta e = Cr * \log \frac{\sigma'_C}{\sigma'_o} + Cc * \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_C} \ (para\ arcillas\ sobreconsolidadas\ con\ \sigma'_o + \Delta\sigma' < \sigma'_C)$$

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
σ'_o: Esfuerzo efectivo del suelo.
Δσ: Incremento de esfuerzo por la construcción de la edificación.
σ'c: Esfuerzo de preconsolidación.
Cc: Índice de compresión.
Cr: Índice de recompresión, se puede asumir entre ¼ y 1/10 del valor del Índice de compresión.

El valor de Cc se estima con la formulación propuesta por Helenelund (Finlandia, para arcillas in situ:

$$Cc = 0.85 * W^{3/2}$$

Dónde:
W: Humedad natural.
A continuación. se presentan los resultados de los asentamientos por consolidación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Sc (mm)
1.00	0.50	6.00	**41.58**
1.00	1.00	6.00	**51.83**

Df (m)	B (m)	L (m)	Sc (mm)
1.00	1.50	6.00	**53.50**
1.00	2.00	6.00	**53.03**
1.00	2.50	6.00	**53.33**

Tabla 18. Asentamientos por consolidación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Sc: Asentamiento por consolidación.

c) Asentamiento total.

Es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación, los valores obtenidos se muestran a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	0.50	6.00	2.67	41.58	**44.26**
1.00	1.00	6.00	4.68	51.83	**56.50**
1.00	1.50	6.00	5.44	53.50	**58.95**
1.00	2.00	6.00	6.12	53.03	**59.16**
1.00	2.50	6.00	6.50	53.33	**59.83**

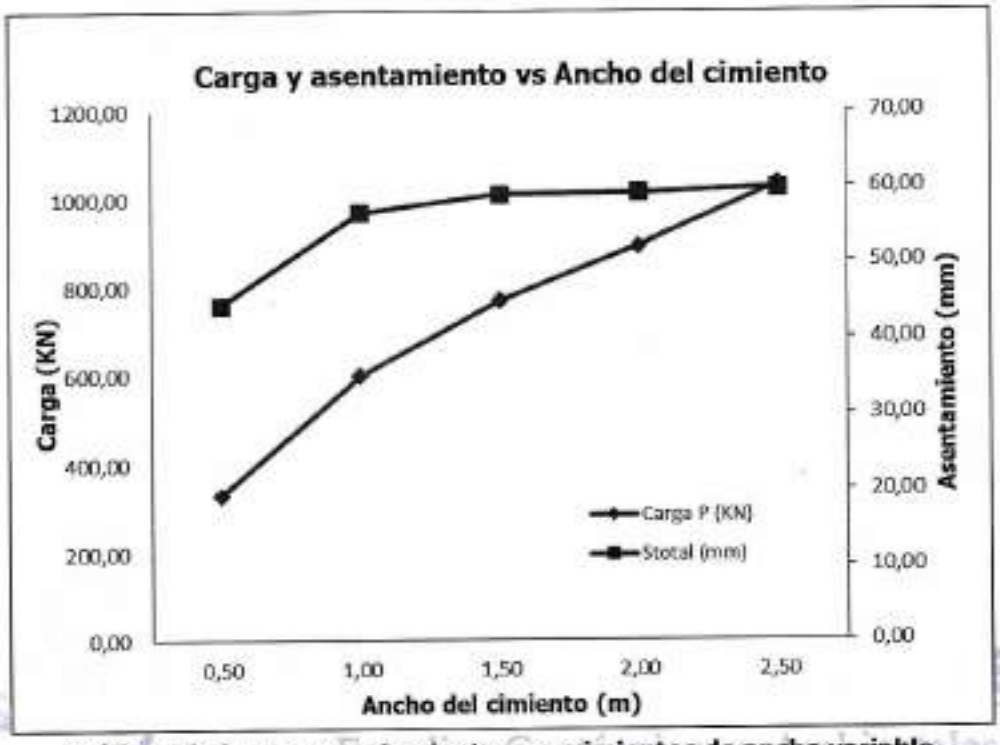
Tabla 19. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

7.1.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento).

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.



Gráfica 16. Carga y asentamiento para cimientos de ancho variable.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.1.6. Módulo de reacción vertical del subsuelo.

El valor del módulo K es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$K = \frac{qa}{Stotal}$$

Dónde:
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.

Df (m)	B (m)	L (m)	S total (mm)	qa (KN/m2)	K (KN/m2.m)
1.00	0.50	6.00	44.26	110.50	**2497**
1.00	1.00	6.00	56.50	99.91	**1768**
1.00	1.50	6.00	58.95	85.36	**1448**
1.00	2.00	6.00	59.16	74.29	**1256**

Df (m)	B (m)	L (m)	S total (mm)	qa (KN/m2)	K (KN/m2.m)
1.00	2.50	6.00	59.83	68.96	**1153**

Tabla 20. Módulo de reacción del suelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.
K: Módulo de reacción del suelo.

7.2. Alternativa 2: Cimentación para edificio de halterofilia.

Otra alternativa de cimentación para esta estructura es trasmitir las cargas a través de cimientos aislados de sección cuadrada fuertemente rigidizados por vigas de cimentación en ambas direcciones.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.2.1. Dimensión de los cimientos.

Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán los cálculos para anchos de 1.00 a 3.00 m, con variaciones cada 0.50 m.

7.2.2. Profundidad de apoyo.

La cimentación será desplantada a 1.00 m de profundidad medidos desde la superficie del relleno proyectado para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto. Los cimientos estarán apoyados sobre 0.50 m de mejoramiento correspondiente a piedra rajón sobre geotextil. El mejoramiento debe cumplir con los requisitos dados en el numeral 5.2.2.

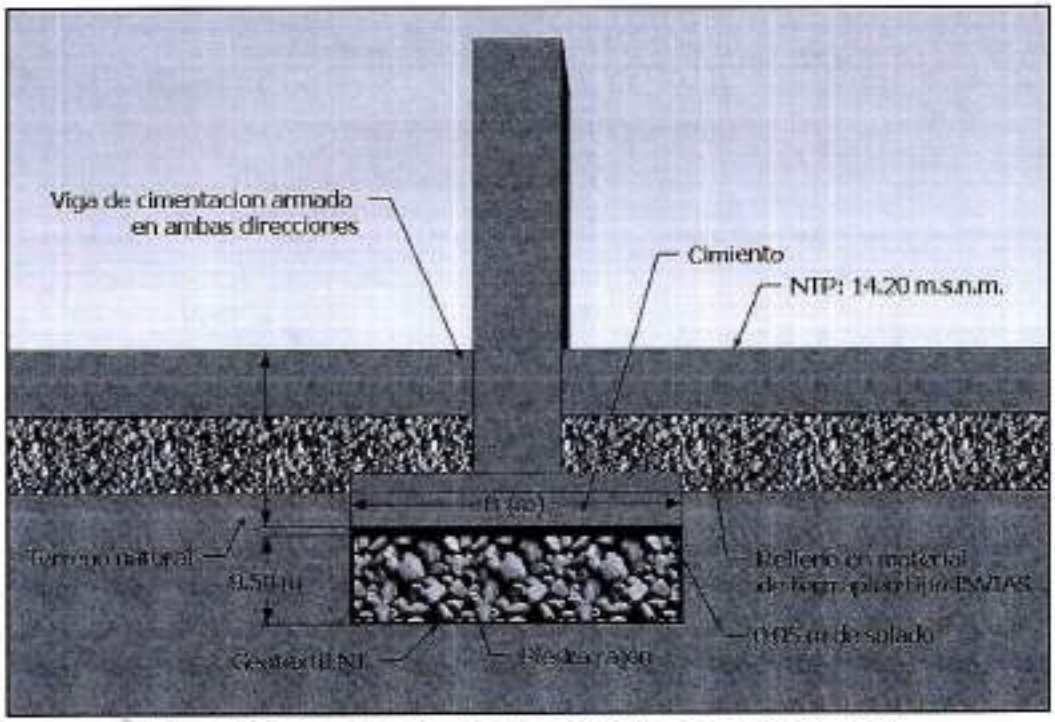


Figura 23. Esquema de cimentación. Edificio de halterofilia.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.2.3. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante.

La metodología utilizada es descrita en el numeral 7.1.3 inciso a. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Mejoramiento (m)	Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
0.50	1.00	1.00	1.00	**109.91**	109.91
0.50	1.00	1.50	1.50	**103.60**	233.11
0.50	1.00	2.00	2.00	**93.98**	375.92
0.50	1.00	2.50	2.50	**83.64**	522.73
0.50	1.00	3.00	3.00	**78.61**	707.47

Tabla 21. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

b) Capacidad de carga profunda.

La metodología es descrita en el numeral 7.1.3 inciso b, y debido al espesor de material de relleno, el estrato de condiciones inferiores ahora se encuentra a 2.40 m de profundidad para el edificio de halterofilia y a 4.40 m para la zona de graderías cubiertas. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
1.40	2.40	2.40	2.40	**49.42**	**19.08**	**7.77**
1.40	2.40	2.90	2.90	**49.98**	**27.72**	**5.41**
1.40	2.40	3.40	3.40	**48.36**	**32.52**	**4.46**
1.40	2.40	3.90	3.90	**47.15**	**34.37**	**4.12**
1.40	2.40	4.40	4.40	**46.22**	**36.54**	**3.79**

Tabla 22. Capacidad de carga profunda y revisión del factor de seguridad.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones inferiores.
Δq: Incremento de esfuerzo vertical.
FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Los resultados se consideran satisfactorios, debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

7.2.4. Asentamientos.

La metodología utilizada es descrita en el numeral 7.1.4. Y se estiman para la capacidad de carga de cada cimiento. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	1.00	1.00	2.97	36.38	**39.36**
1.00	1.50	1.50	3.33	46.00	**49.32**
1.00	2.00	2.00	3.50	50.57	**54.08**
1.00	2.50	2.50	4.97	52.15	**57.13**

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	3.00	3.00	5.36	54.04	**59.41**

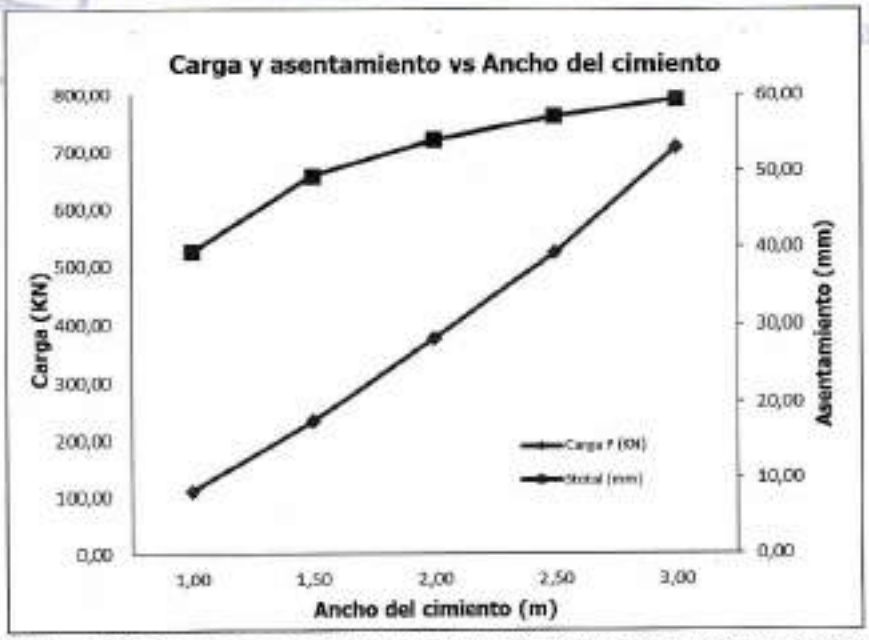
Tabla 23. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10.

7.2.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento).

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.



Gráfica 17. Carga y asentamiento para cimientos de ancho variable.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.2.6. Módulo de reacción vertical del subsuelo.

El valor del módulo K es calculado mediante la metodología dada en el numeral 7.1.6. Los resultados se muestran a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	S total (mm)	qa (KN/m2)	K (KN/m2.m)
1.00	1.00	1.00	39.36	109.91	**2793**
1.00	1.50	1.50	49.32	103.60	**2100**
1.00	2.00	2.00	54.08	93.98	**1738**
1.00	2.50	2.50	57.13	83.64	**1464**
1.00	3.00	3.00	59.41	78.61	**1323**

Tabla 24. Módulo de reacción del suelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.
K: Módulo de reacción del suelo.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.3. Cimentación para cerramiento perimetral. Cerramiento H=2.00 m.

Se recomienda el uso de vigas de cimentación.



Figura 24. Render del cerramiento perimetral.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

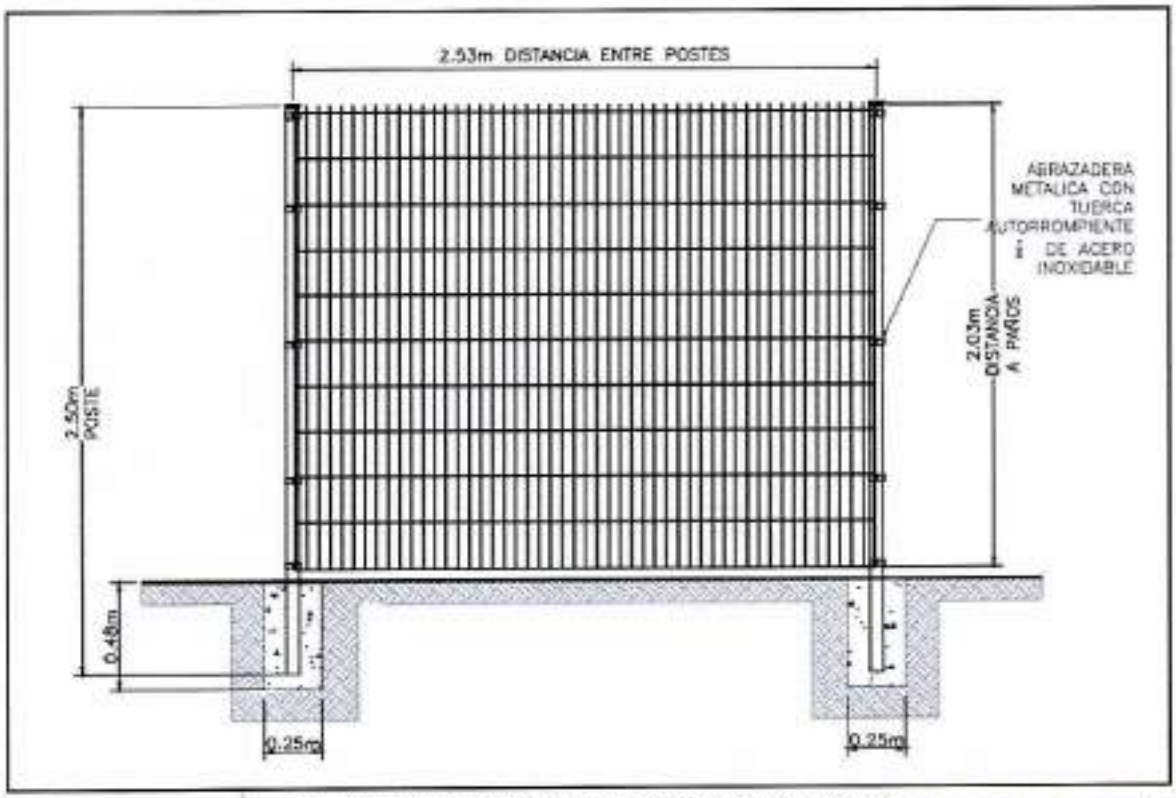


Figura 25. Esquema de cerramiento perimetral.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.3.1. Dimensión de los cimientos.

Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos para anchos de cimientos de 0.30 y 0.40 m. y para 6.00 m de longitud.

7.3.2. Profundidad de apoyo.

Se analiza una profundidad de desplante a 0.50 m de profundidad medidos desde la superficie del relleno proyectado para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto, que, en este caso, varía dependiendo de la zona donde se encuentre el cerramiento.

	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
Estructura	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Cerramiento perimetral	13.60	13.80	0.20	1.00

Tabla 25. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Debido a que la profundidad de desplante supera el espesor del relleno, se recomienda el uso de un mejoramiento correspondiente a 0.50 m el cual se debe realizar en piedra rajón con geotextil no tejido.

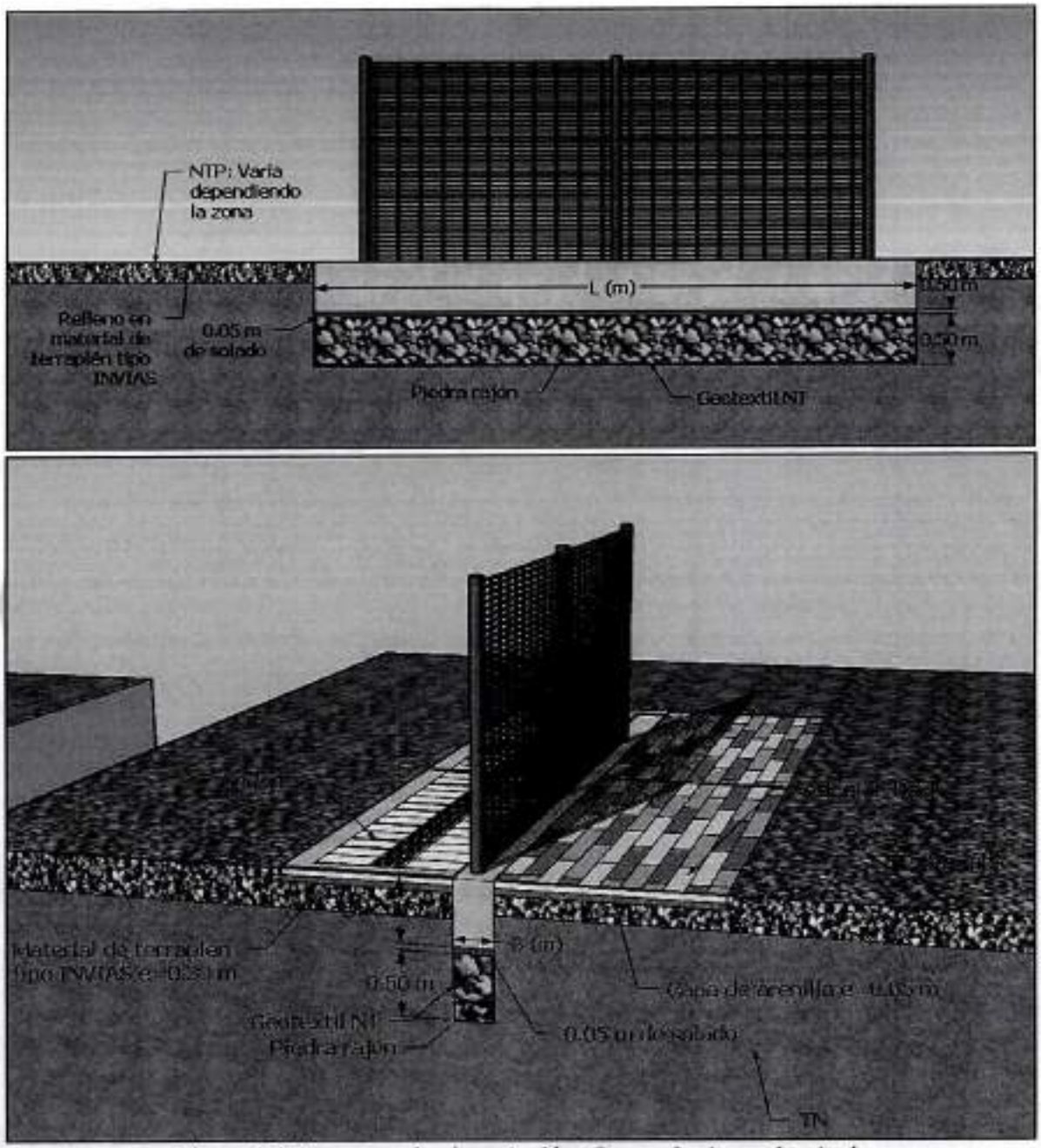


Figura 26. Esquema de cimentación. Cerramiento perimetral.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.3.3. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante.

La metodología utilizada es descrita en el numeral 7.1.3 inciso a. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
0.50	0.30	6.00	**107.70**	193.87
0.50	0.40	6.00	**104.02**	249.65

Tabla 26. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

b) Capacidad de carga profunda.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

La metodología es descrita en el numeral 7.1.3 inciso b y debido al espesor de material de relleno, el estrato de condiciones inferiores ahora se encuentra a 2.20 m de profundidad. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
1.70	2.20	2.00	7.70	**44.23**	**12.59**	**10.54**
1.70	2.20	2.10	7.70	**44.04**	**15.44**	**8.56**

Tabla 27. Capacidad de carga profunda y revisión del factor de seguridad. Df de 0.78 m. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones inferiores.
Δq: Incremento de esfuerzo vertical.
FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.

Los resultados se consideran satisfactorios, debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

7.3.4. Asentamientos.

La metodología utilizada es descrita en el numeral 7.1.4. Y se estiman para la capacidad de carga de cada cimiento. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
0.50	0.30	6.00	1.36	14.82	**16.17**
0.50	0.40	6.00	1.77	24.38	**26.15**

Tabla 28. Asentamiento total. Df de 0.78 m.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10

7.3.5. Módulo de reacción vertical del subsuelo.

El valor del módulo K es calculado mediante la metodología dada en el numeral 7.1.6. Los resultados se muestran a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	S total (mm)	qa (KN/m2)	K (KN/m2.m)
0.50	0.30	6.00	16.17	107.70	**6660**
0.50	0.40	6.00	26.15	104.02	**3978**

Tabla 29. Módulo de reacción del suelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.
K: Módulo de reacción del suelo.

7.4. Cimentación para cerramiento en bloque estructural.

Se recomienda el uso de cimientos corridos con pilotes de anclaje.

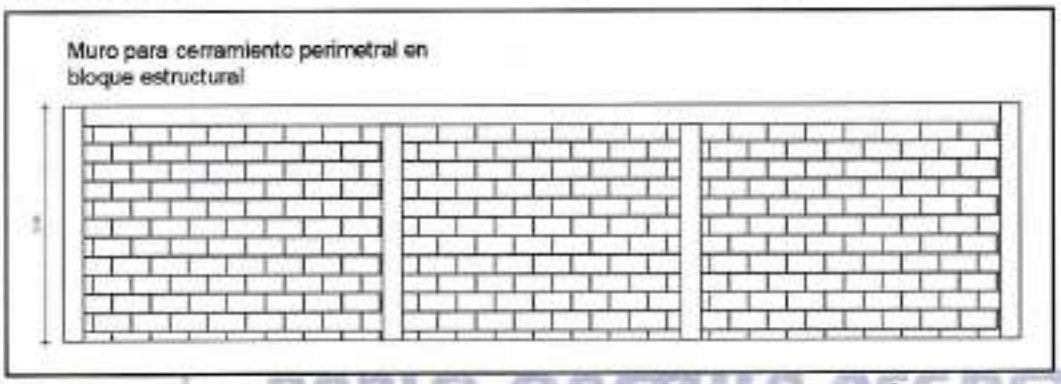


Figura 27. Esquema de cerramiento en bloque estructural.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.4.1. Dimensión de los cimientos.

Se realiza el análisis para hallar la capacidad de carga considerando cimientos corridos, realizando una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el ancho del cimiento cada 0.05 m, para valores comprendidos entre 0.30 y 0.40 m, y para 6.00 m de longitud.

7.4.2. Profundidad de apoyo.

Los cimientos corridos serán desplantados entre 0.30 y 0.40 m de profundidad, anclados al terreno natural utilizando pilotes preexcavados, analizando pilotes de 0.30 y 0.40 m de diámetro y 2.00 m de longitud. Se analiza la profundidad de desplante medidos desde la superficie del relleno proyectado para alcanzar el nivel arquitectónico el cual es variable debido a las pendientes estipuladas para el drenaje de aguas superficiales. Es por ello que la zona del muro perimetral se divide en dos:

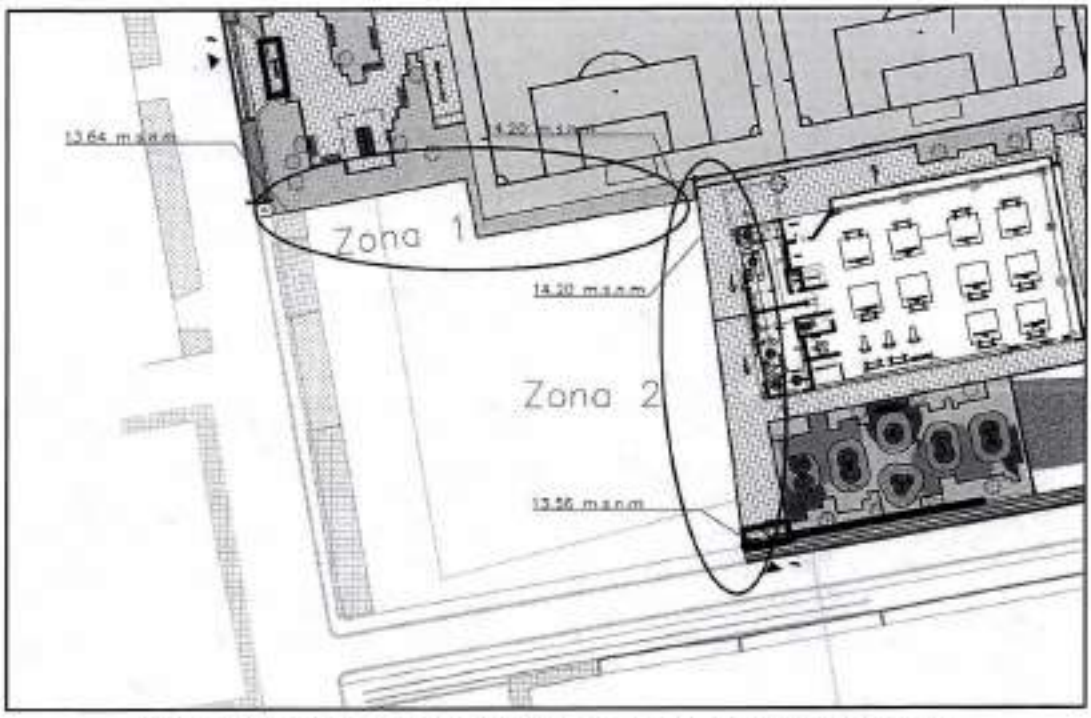


Figura 28. Vista en planta de cerramiento en bloque estructural.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

La Zona 1 presenta una cota arquitectónica inicial propuesta de 14.20 m.s.n.m., finalizando aproximadamente en la cota 13.64 m.s.n.m. Por otro lado, la Zona 2 comienza en la cota 14.20 m.s.n.m. y finaliza en la cota 13.56 m.s.n.m.

	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
Estructura	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Cerramiento perimetral en bloque estructural	13.80	14.00	0.20	0.40

Tabla 30. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

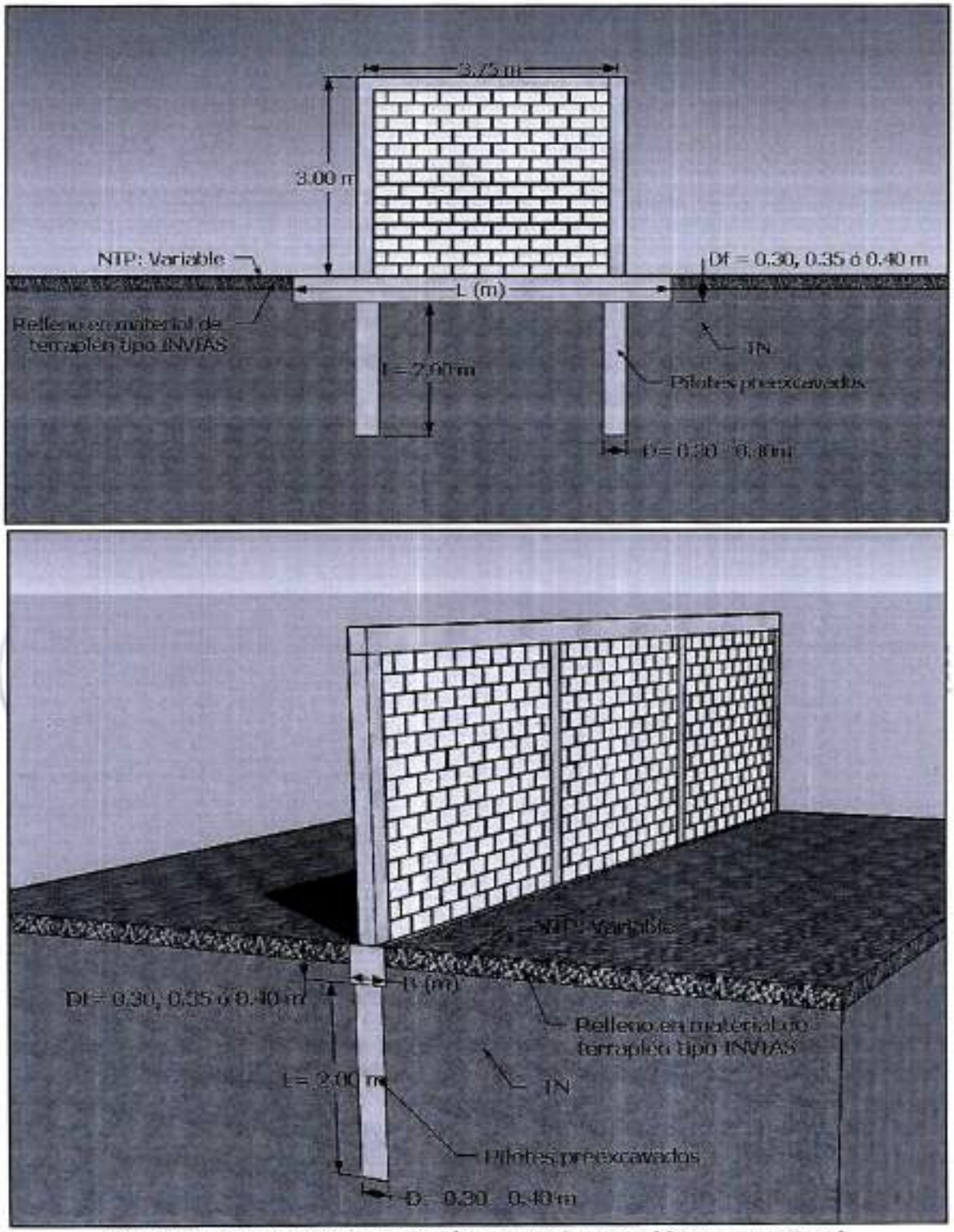


Figura 29. Esquema de cimentación. Cerramiento en bloque estructural. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.4.3. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante.

Se estima la capacidad de carga al nivel de desplante utilizando la metodología descrita en el numeral 6.1.3, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
0.30	0.30	6.00	**103.91**	187.04
0.35	0.35	6.00	**104.19**	218.80
0.40	0.40	6.00	**104.47**	250.72

Tabla 31. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

b) Capacidad de carga profunda.

La metodología es descrita en el numeral 7.1.3 inciso b. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
1.70	2.00	2.00	7.70	**43.20**	**12.15**	**10.67**
1.65	2.00	2.00	7.65	**43.21**	**14.30**	**9.07**
1.60	2.00	2.00	7.60	**43.23**	**16.49**	**7.86**

Tabla 32. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones inferiores.
Δq: Incremento de esfuerzo vertical.
FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.

Los resultados se consideran satisfactorios. debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

7.4.4. Asentamientos.

La metodología es descrita en el numeral 6.1.4, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
0.30	0.30	6.00	1.31	13.75	**15.06**
0.35	0.35	6.00	1.55	14.94	**16.49**
0.40	0.40	6.00	1.80	16.05	**17.84**

Tabla 33. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

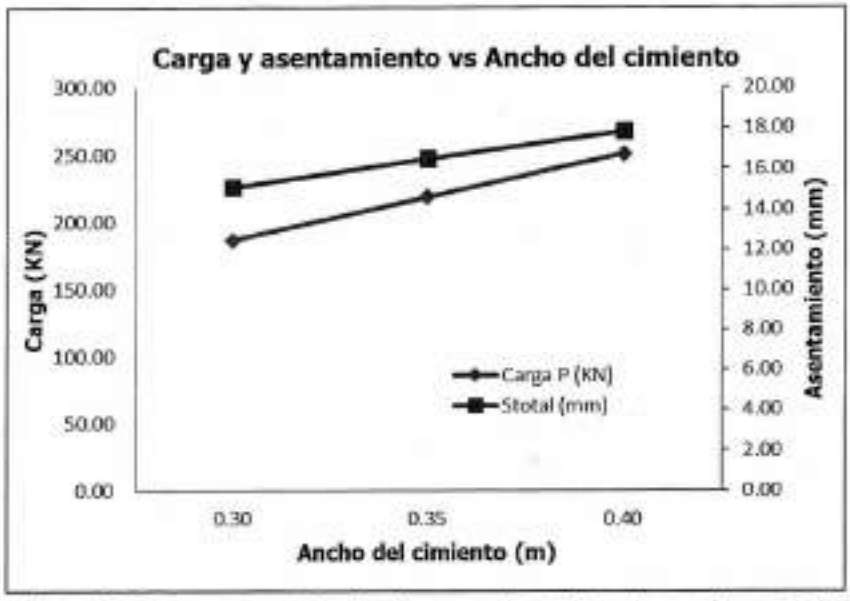
Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

7.4.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento).

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.



Gráfica 18. Carga y asentamiento para cimientos de ancho variable.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.4.6. Pilotes de anclaje.

a) Capacidad de carga vertical pilotes.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Para este análisis se considera que los pilotes transfieren la carga mediante el mecanismo de fricción lateral.

La capacidad de carga admisible es calculada para pilotes actuando por fricción, por el método (α) para suelos de grano fino saturados y por el método beta (β) para el resto de los suelos, empleando un factor de seguridad de 2.00.

Método α, aplica para suelos arcillosos blandos y saturados, es decir, normalmente consolidados. La formulación del método se resume así:

$$Qs = \pi d \left(\frac{K}{ko}\right) \int_0^L \alpha(z) * Su(z) * dz \quad \textit{Método } \alpha$$

Dónde:
d: Diámetro del pilote.
K/ko: Factor de tierra, depende del método constructivo, y se considera una magnitud de 0.70 para pilotes preexcavados.
α: Factor de cohesión, el cual se calcula como el cociente entre Ca (adherencia) y Su (Cohesión).
Su: Cohesión.

Z: Profundidad.

Método β, aplica para el resto de los suelos, excepto los contemplados en el método α. La formulación del método se resume así:

$$Qs = \pi d \left(\frac{K}{ko}\right) \int_0^L \beta(z) * \sigma'_v(z) * dz \quad Método\ \beta$$

d: Diámetro del pilote.
K/ko: Factor de tierra, depende del método constructivo, y se considera una magnitud de 0.70 para pilotes preexcavados.
β: Coeficiente de rozamiento suelo-pilote, obtenido en función del ángulo de fricción del suelo.
σ': Esfuerzo efectivo.
Z: Profundidad.

Pilotes de diámetro igual a 0.30 m				
Cota	**α/β**	**Qsi (KN)**	**Qsu (KN)**	**Qsa (KN)**
1.00	0.63	2.40	2.40	1.20
2.00	0.86	8.65	11.05	5.53
2.30	0.86	2.95	14.00	7.00
TOTAL				**7.00**

Tabla 34. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga por fricción.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
Cota: Nivel de análisis, medido respecto al nivel de terreno natural.
α/β: Coeficientes que varía según la cohesión y la fricción.
Qsi (KN): Capacidad de carga última.
Qsu (KN): Capacidad de carga última acumulada del pilote.
Qsa (KN): Capacidad de carga admisible del pilote.

La capacidad de carga admisible neta por fricción del pilote de 0.30 m de diámetro y 2.00 m de longitud es de 7.00 KN. Llevando a cabo el mismo procedimiento se obtiene el valor de capacidad de carga para el pilote de 0.40 m de lado:

Capacidad de carga por fricción		
Diámetro (m)	0.30	0.40
Longitud (m)	2.00	2.00
Qsa (KN)	**7.00**	**9.34**

Tabla 35. Capacidad de carga por fricción.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
Qsa (KN): Capacidad de carga admisible del pilote.

La capacidad de carga por fricción de los pilotes es igual a la capacidad de carga total de los mismos.

b) Asentamiento del pilote individual.

Este asentamiento se estima para pilotes actuando por fricción, como la suma del acortamiento elástico por el material del pilote y por carga por fricción:

$$Se = Se_{(1)} + Se_{(2)} + Se_{(3)}$$

Dónde:
Se: Asentamiento total elástico del pilote.
Se $_{(1)}$: Asentamiento del fuste del pilote.
Se $_{(2)}$: Asentamiento causado por la carga por punta. En este caso este valor es igual a 0.
Se $_{(3)}$: Asentamiento causado por la carga por fricción.

- Determinación de Se $_{(1)}$:

$$Se_{(1)} = \frac{(Qwp + \xi Qws)L}{ApEp}$$

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
Qwp: Carga por punta.
Qws: Carga por fricción.
Ap: Área de la sección transversal del pilote.
L: Longitud del pilote.
Ep: Modulo de elasticidad del material del pilote.

- Determinación de Se(2):

$$Se_{(2)} = \frac{QwpD}{Es}(1 - \mu^2)Iwp$$

Dónde:
Qwp: Carga por punta.
D: diámetro del pilote.
Es: Modulo de elasticidad del suelo.
μ: Relación de Poisson del suelo.
Iwp: Factor de fluencia = 0.85.

- Determinación de Se(3):

$$Se_{(3)} = \left(\frac{Qws}{pL}\right)\frac{D}{Es}(1-\mu^2)Iws$$

Dónde:
p: Perímetro del pilote.
L: Longitud del pilote.
Iws: Factor de influencia.

$$Iws = 2 + 0.35\sqrt{\frac{L}{D}}$$

Los parámetros y resultados obtenidos se muestran a continuación:

Diámetro (m)	0.30	0.40
$S_{e\,(1)}$ (mm)	0.01	0.01
$S_{e\,(2)}$ (mm)	0.00	0.00
$S_{e\,(3)}$ (mm)	0.25	0.32
Se (T) (mm)	**0.26**	**0.33**

Tabla 36. Asentamientos individuales.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
$S_{e\,(1)}$: Asentamiento debido al acortamiento elástico del material del pilote.
$S_{e\,(2)}$: Asentamiento por carga por punta.
$S_{e\,(3)}$: Asentamiento por carga por fricción.
$S_{e\,(T)}$: Asentamiento total.

Los asentamientos se encuentran dentro de los límites tolerables de acuerdo con los requerimientos de transmisión de carga.

A continuación, se procede a hacer la revisión de la fuerza pasiva actuante sobre ellos.

$$P_p = \frac{1}{2}\gamma KpH^2$$

Dónde:
P_p= presión en estado pasivo.
γ= peso específico del suelo.

$$K_p = Tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

γ (KN/m³)	17.53
ϕ	0
H (m)	2.00
Kp	1.00
Pp (KN/m)	**35.05**

Tabla 37. Resultados presión pasiva de tierra.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

La presión pasiva del suelo sobre el ancla proyectada es de 35.05 KN/m.

7.4.7. Módulo de reacción del subsuelo.

Los módulos de reacción vertical y horizontal del subsuelo se presentan a continuación:

Profundidad (m)	Kv (KN/m3)	Kh (KN/m3)
1.00	8793	5862
2.00	4575	3050
3.00	4575	3050
3.50	12250	8167

Tabla 38. Módulo de reacción del suelo en función de la longitud del pilote.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.
K: Módulo de reacción del suelo.

7.5. Cimentación para el cerramiento de la cancha de fútbol. Cerramiento H=4.80 m.

Con base en la información suministrada se proyecta la construcción de un cerramiento perimetral para la cancha deportiva utilizando cimientos corridos con pilotes preexcavados.



Figura 30. Render cerramiento de la cancha de fútbol.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

El cerramiento de la cancha se distribuye en dos zonas: la Zona 1 alcanzará la cota 14.20 m.s.n.m., mientras que la Zona 2 llegará a la cota 13.45 m.s.n.m. Esta diferencia responde a la necesidad de evacuar las aguas de escorrentía del proyecto.

PABLO CASTILLA NEGRETE
bientales

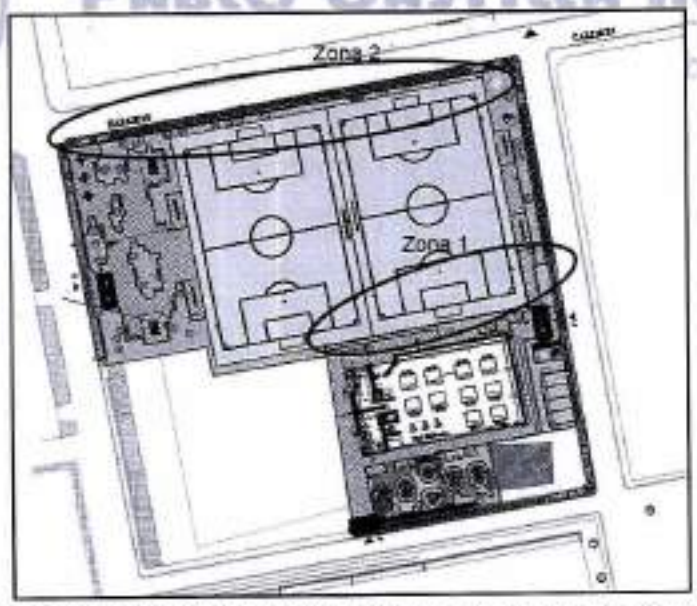


Figura 31. Ubicación de los cerramientos de la cancha de futbol.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

7.5.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo.

Se realiza el análisis para hallar la capacidad de carga considerando cimientos corridos, realizando una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el ancho del cimiento cada 0.05 m, para valores comprendidos entre 0.30 y 0.40 m, y para 6.00 m de longitud.

Los cimientos corridos serán desplantados entre 0.30 y 0.40 m de profundidad, anclados al terreno natural utilizando pilotes preexcavados, analizando pilotes de 0.30 y 0.40 m de diámetro y 2.00 m de longitud.

Estructura	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Cerramiento para cancha de fútbol - Zona 1	13.40	13.80	0.40	0.80
Cerramiento para cancha de fútbol - Zona 2	13.40		0.05	

Tabla 39. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Como se puede observar, en la Zona 2, el espesor de relleno es reducido; sin embargo, se diseñará el cerramiento de manera que sobresalga un bordillo o sobrecimiento de 0.20 m, el cual confinará el andén adyacente a esta estructura.

PABLO CASTILLA NEGRETE

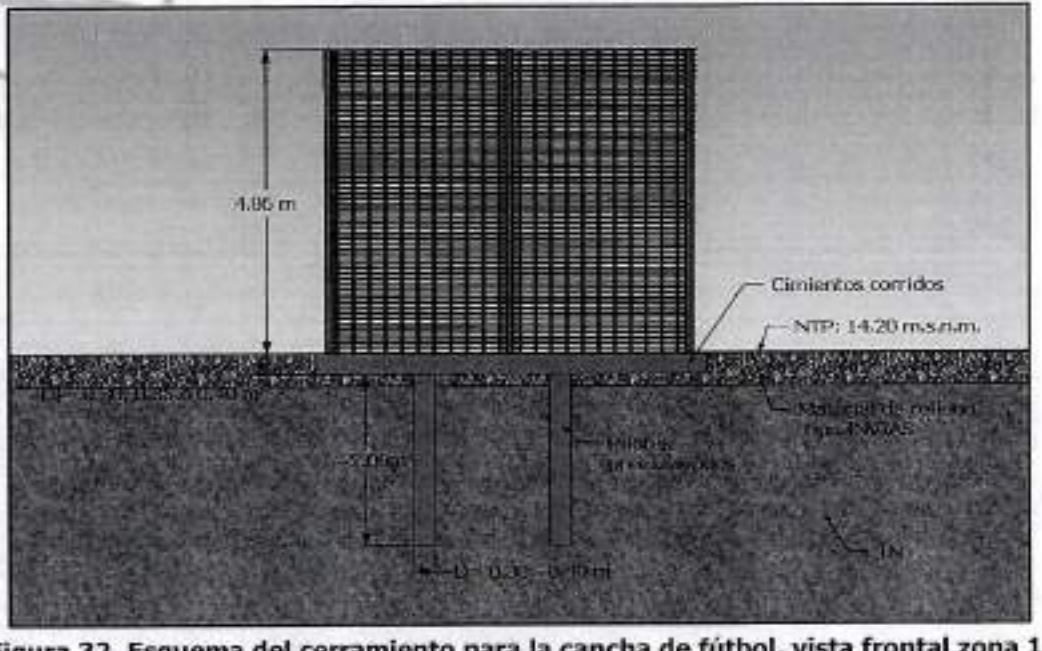


Figura 32. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, vista frontal zona 1.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

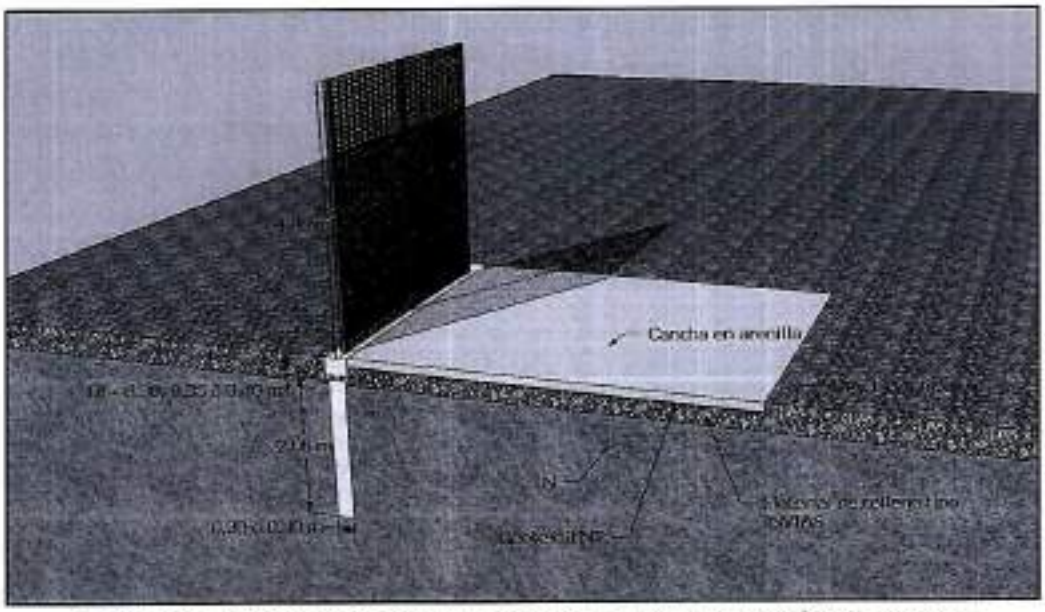


Figura 33. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, zona 1.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

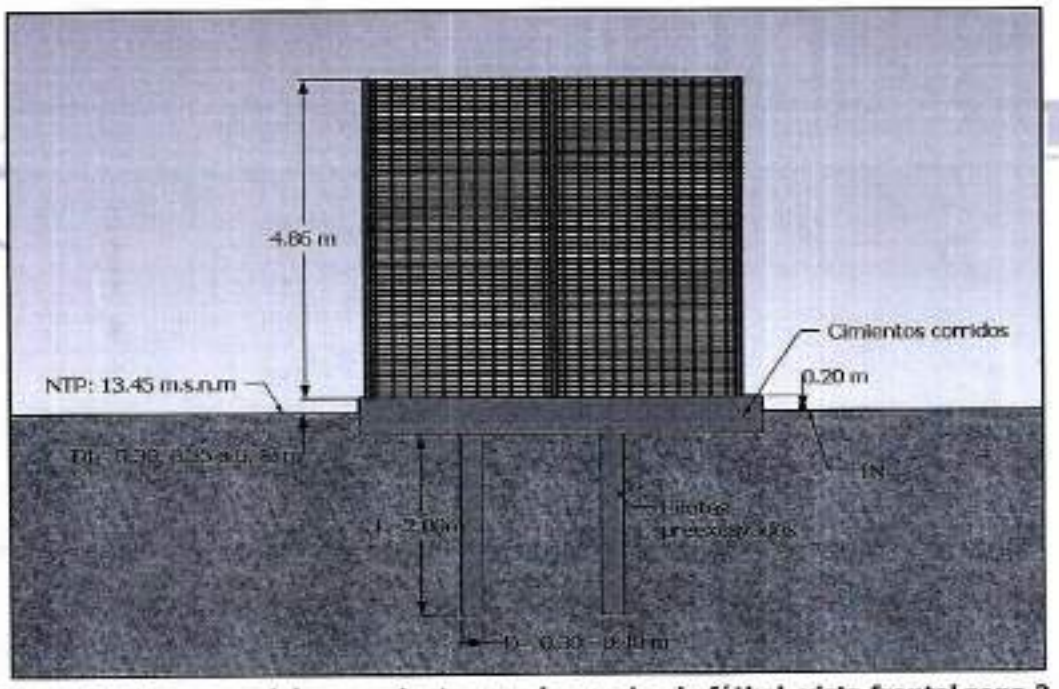


Figura 34. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, vista frontal zona 2.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

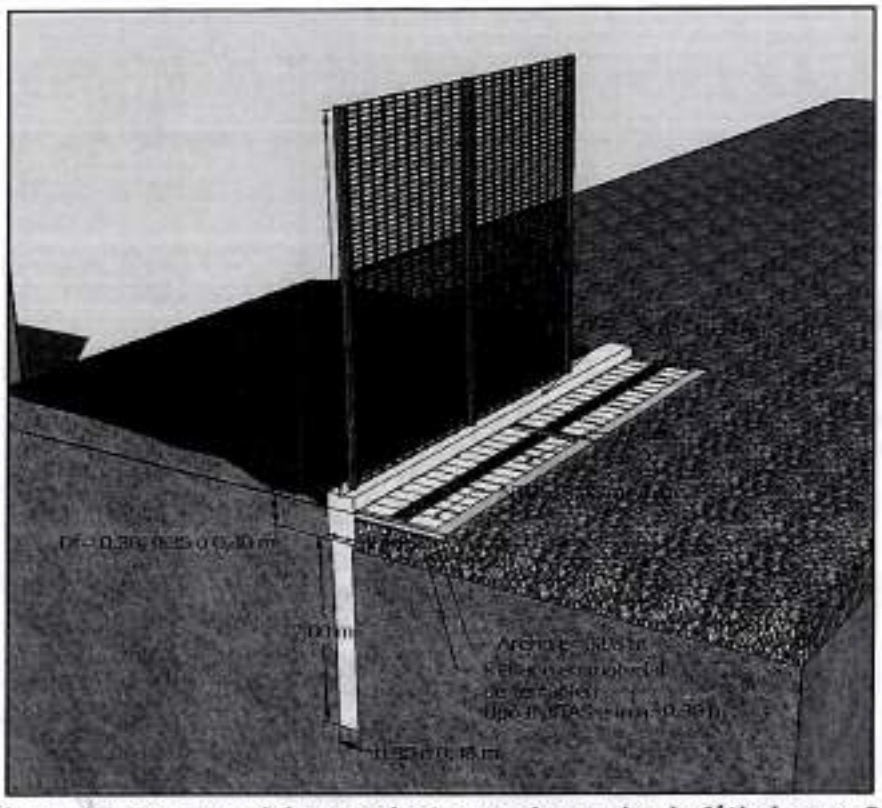


Figura 35. Esquema del cerramiento para la cancha de fútbol, zona 2.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA REGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.5.2. Capacidad de carga.

c) Capacidad de carga a nivel de desplante.

Se estima la capacidad de carga al nivel de desplante utilizando la metodología descrita en el numeral 6.1.3, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
0.30	0.30	6.00	**103.91**	187.04
0.35	0.35	6.00	**104.19**	218.80
0.40	0.40	6.00	**104.47**	250.72

Tabla 40. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

d) Capacidad de carga profunda.

La metodología es descrita en el numeral 7.1.3 inciso b. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
1.70	2.00	2.00	7.70	**43.20**	**12.15**	**10.67**
1.65	2.00	2.00	7.65	**43.21**	**14.30**	**9.07**
1.60	2.00	2.00	7.60	**43.23**	**16.49**	**7.86**

Tabla 41. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones inferiores.
Δq: Incremento de esfuerzo vertical.
FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.
Los resultados se consideran satisfactorios. debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.5.3. Asentamientos.

La metodología es descrita en el numeral 6.1.4, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
0.30	0.30	6.00	1.31	13.75	**15.06**
0.35	0.35	6.00	1.55	14.94	**16.49**
0.40	0.40	6.00	1.80	16.05	**17.84**

Tabla 42. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

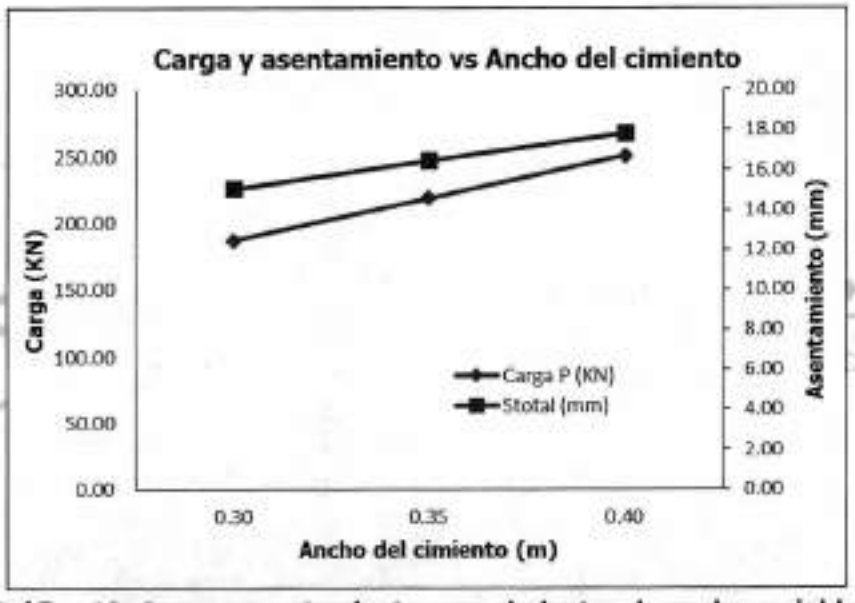
Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

7.5.4. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento).

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.



Gráfica 19. Carga y asentamiento para cimientos de ancho variable.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.5.5. Pilotes de anclaje.

c) Capacidad de carga vertical pilotes.

Para este análisis se considera que los pilotes transfieren la carga mediante el mecanismo de fricción lateral.

La capacidad de carga admisible es calculada para pilotes actuando por fricción, por el método (α) para suelos de grano fino saturados y por el método beta (β) para el resto de los suelos, empleando un factor de seguridad de 2.00.

Método α, aplica para suelos arcillosos blandos y saturados, es decir, normalmente consolidados. La formulación del método se resume así:

$$Qs = \pi d \left(\frac{K}{ko}\right) \int_0^L \alpha(z) * Su(z) * dz \quad \textit{Método } \alpha$$

Dónde:
d: Diámetro del pilote.
K/ko: Factor de tierra, depende del método constructivo, y se considera una magnitud de 0.70 para pilotes preexcavados.
α: Factor de cohesión, el cual se calcula como el cociente entre Ca (adherencia) y Su (Cohesión).
Su: Cohesión.
Z: Profundidad.

Pilotes de diámetro igual a 0.30 m				
Cota	**α/β**	**Qsi (KN)**	**Qsu (KN)**	**Qsa (KN)**
1.00	0.63	2.40	2.40	1.20
2.00	0.86	8.65	11.05	5.53
2.30	0.86	2.95	14.00	7.00
TOTAL				**7.00**

Tabla 43. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga por fricción. Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
Cota: Nivel de análisis, medido respecto al nivel de terreno natural.
α/β: Coeficientes que varía según la cohesión y la fricción.
Qsi (KN): Capacidad de carga última.
Qsu (KN): Capacidad de carga última acumulada del pilote.
Qsa (KN): Capacidad de carga admisible del pilote.

La capacidad de carga admisible neta por fricción del pilote de 0.30 m de diámetro y 2.00 m de longitud es de 7.00 KN. Llevando a cabo el mismo procedimiento se obtiene el valor de capacidad de carga para el pilote de 0.40 m de lado:

Capacidad de carga por fricción		
Diámetro (m)	0.30	0.40
Longitud (m)	2.00	2.00

Qsa (KN)	7.00	9.34

Tabla 44. Capacidad de carga por fricción.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
Qsa (KN): Capacidad de carga admisible del pilote.

La capacidad de carga por fricción de los pilotes es igual a la capacidad de carga total de los mismos.

d) Asentamiento del pilote individual.

Este asentamiento se estima para pilotes actuando por fricción, como la suma del acortamiento elástico por el material del pilote y por carga por fricción:

$$Se = Se_{(1)} + Se_{(2)} + Se_{(3)}$$

Dónde:
Se: Asentamiento total elástico del pilote.
Se $_{(1)}$: Asentamiento del fuste del pilote.
Se $_{(2)}$: Asentamiento causado por la carga por punta. En este caso este valor es igual a 0.
Se $_{(3)}$: Asentamiento causado por la carga por fricción.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

- Determinación de Se $_{(1)}$:

$$Se_{(1)} = \frac{(Qwp + \xi Qws)L}{ApEp}$$

Dónde:
Qwp: Carga por punta.
Qws: Carga por fricción.
Ap: Área de la sección transversal del pilote.
L: Longitud del pilote.
Ep: Modulo de elasticidad del material del pilote.

- Determinación de Se(2):

$$Se_{(2)} = \frac{QwpD}{Es}(1 - \mu^2)Iwp$$

Dónde:
Qwp: Carga por punta.
D: diámetro del pilote.
Es: Modulo de elasticidad del suelo.
μ: Relación de Poisson del suelo.

Iwp: Factor de fluencia = 0.85.

- Determinación de Se(3):

$$Se_{(3)} = \left(\frac{Qws}{pL}\right)\frac{D}{Es}(1-\mu^2)Iws$$

Dónde:
p: Perímetro del pilote.
L: Longitud del pilote.
Iws: Factor de influencia.

$$Iws = 2 + 0.35\sqrt{\frac{L}{D}}$$

Los parámetros y resultados obtenidos se muestran a continuación:

Diámetro (m)	0.30	0.40
$S_{e\,(1)}$ (mm)	0.01	0.01
$S_{e\,(2)}$ (mm)	0.00	0.00
$S_{e\,(3)}$ (mm)	0.25	0.32
Se (T) (mm)	**0.26**	**0.33**

Tabla 45. Asentamientos individuales.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE

Dónde:
$S_{e\,(1)}$: Asentamiento debido al acortamiento elástico del material de la pilote.
$S_{e\,(2)}$: Asentamiento por carga por punta.
$S_{e\,(3)}$: Asentamiento por carga por fricción.
$S_{e\,(T)}$: Asentamiento total.

Los asentamientos se encuentran dentro de los límites tolerables de acuerdo con los requerimientos de transmisión de carga.

A continuación, se procede a hacer la revisión de la fuerza pasiva actuante sobre ellos.

$$P_p = \frac{1}{2}\gamma KpH^2$$

Dónde:
P_p= presión en estado pasivo.
γ= peso específico del suelo.

$$K_p = Tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

γ (KN/m³)	17.53
ϕ	0
H (m)	2.00
Kp	1.00
Pp (KN/m)	**35.05**

Tabla 46. Resultados presión pasiva de tierra.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

La presión pasiva del suelo sobre el ancla proyectada es de 35.05 KN/m.

7.5.6. Módulo de reacción del subsuelo.

Los módulos de reacción vertical y horizontal del subsuelo se presentan a continuación:

Profundidad (m)	Kv (KN/m3)	Kh (KN/m3)
1.00	8793	5862
2.00	4575	3050
3.00	4575	3050
3.50	12250	8167

Tabla 47. Módulo de reacción del suelo en función de la longitud del pilote.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.
K: Módulo de reacción del suelo.

7.6. Cimentación para gimnasio al aire libre.

Las estructuras de gimnasio al aire libre se muestran en la siguiente figura:

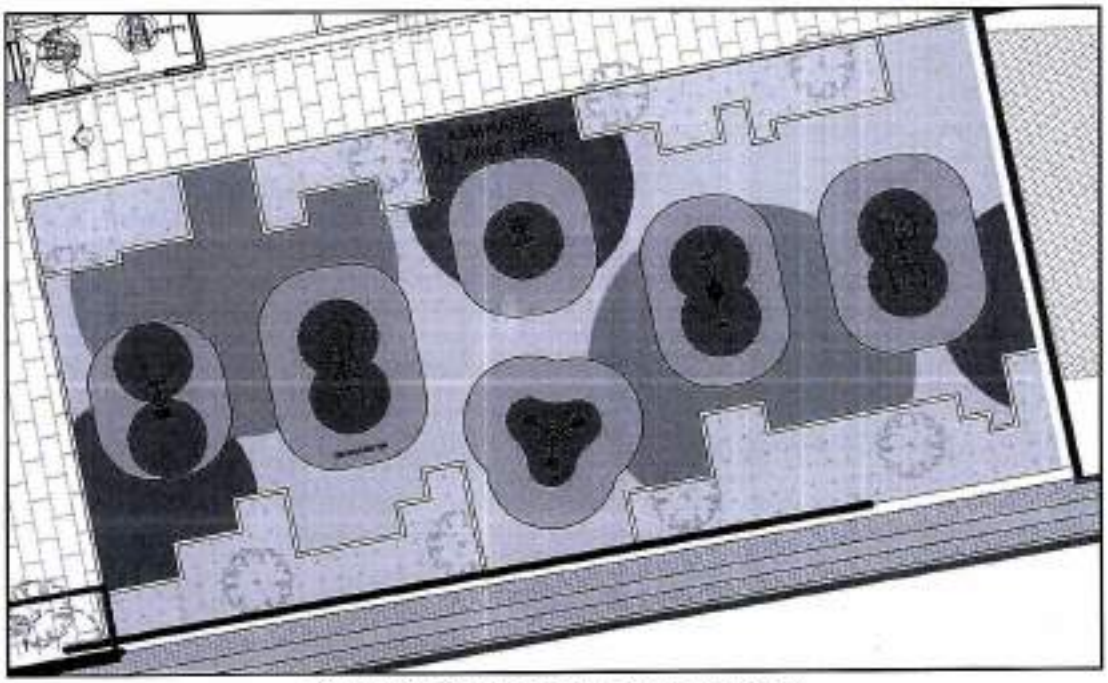


Figura 36. Planta gimnasio al aire libre.
Fuente: Suministrada por el solicitante.

Se recomienda transmitir las cargas a través de losas de cimentación.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

7.6.1. Dimensión de los cimientos.

Las dimensiones de los cimientos son tomadas del plano suministrado por el solicitante y se resumen en la siguiente tabla:

Forma	B (m)	L (m)
Cuadrada	2.00	2.00
Rectangular	2.00	3.00

Tabla 48. Dimensiones de los cimientos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.6.2. Profundidad de apoyo.

Se realiza el análisis para losas de cimentación desplantadas a 0.10 m medidos desde la superficie del relleno proyectado para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto dependiendo de la pendiente estipulada para drenar las aguas de escorrentía. Se asume que dicha pendiente es del 2%, por tanto, las cotas al inicio y final de la zona se muestran a continuación:

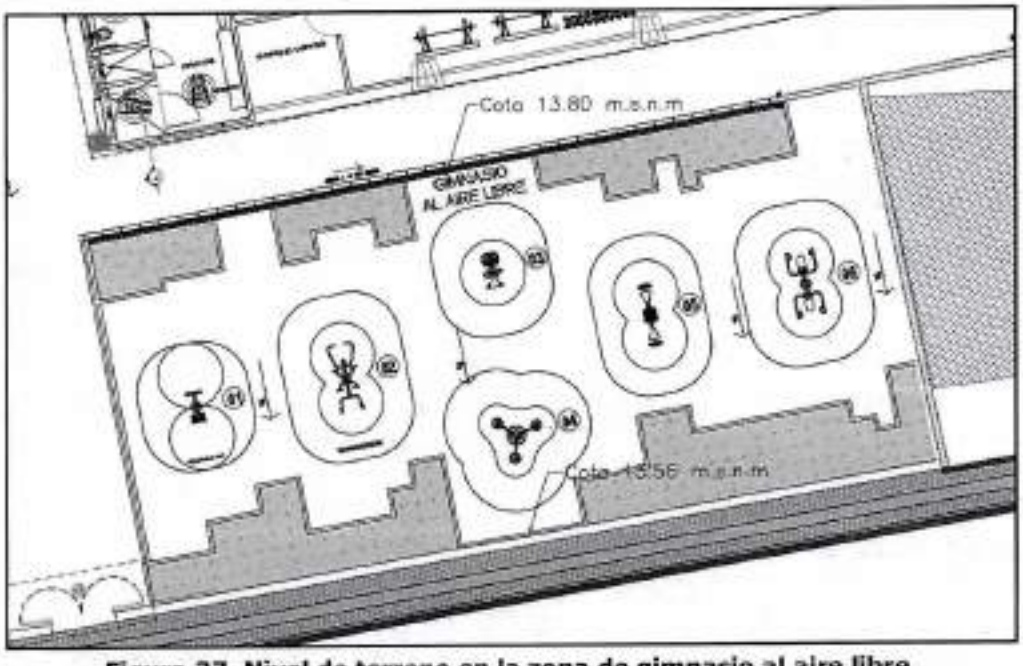


Figura 37. Nivel de terreno en la zona de gimnasio al aire libre.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
Estructura	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Gimnasio al aire libre	13.80		No se requiere	

Tabla 49. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Debido a que no habrá relleno por debajo del cimiento, estos se apoyarán sobre una capa de 0.50 m de mejoramiento con piedra rajón sobre geotextil. Este mejoramiento debe cumplir con los requisitos especificados en el numeral 5.2.2

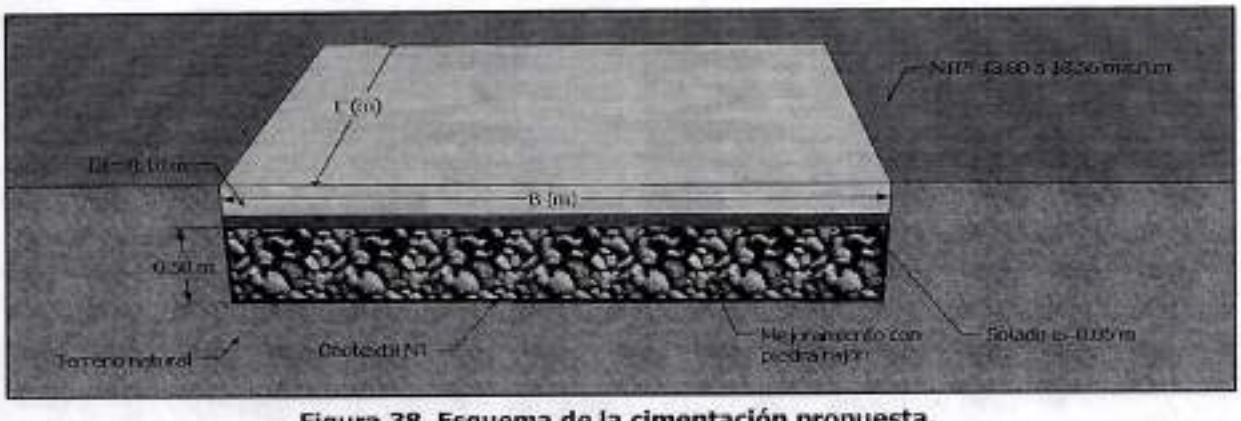


Figura 38. Esquema de la cimentación propuesta.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.6.3. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante:

Se estima la capacidad de carga al nivel de desplante utilizando la metodología descrita en el numeral 6.1.3 inciso a. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Mejoramiento (m)	Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
0.50	0.10	2.00	2.00	**103.45**	413.81
0.50	0.10	2.00	3.00	**97.87**	587.19

Tabla 50. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

b) Capacidad de carga profunda:

Se estima la capacidad de carga al nivel de desplante utilizando la metodología descrita en el numeral 7.1.3 inciso b. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
1.90	2.00	3.90	3.90	**44.85**	**2.63**	**51.16**
1.90	2.00	3.90	4.90	**43.51**	**3.14**	**41.58**

Tabla 51. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Los resultados se consideran satisfactorios, debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

7.6.4. Asentamientos.

La metodología es descrita en el numeral 7.1.4. los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)

0.10	2.00	2.00	0.65	16.40	**17.06**
0.10	2.00	3.00	0.65	18.39	**19.05**

Tabla 52. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

El asentamiento se considera satisfactorio debido a que es inferior al valor máximo permisible.

7.6.5. Módulo de reacción vertical del subsuelo.

El valor del módulo K es calculado mediante la metodología dada en el numeral 7.1.6. Los resultados se muestran a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	S total (mm)	qa (KN/m2)	K (KN/m2.m)
0.10	2.00	2.00	17.06	10.00	**586**
0.10	2.00	3.00	19.05	10.00	**525**

Tabla 53. Módulo de reacción del suelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
S total: Asentamiento total.
K: Módulo de reacción del suelo.

7.7. Cimentación para tanque de almacenamiento enterrado.

Se realizó el análisis para un tanque semienterrado con cuarto de bombas, con las siguientes dimensiones: 2.40 m de ancho, 6.60 m de largo, 2.90 m de altura y un espesor

estimado de 0.20 m. El tanque estará desplantado desde la cota arquitectónica propuesta como se muestra en la Figura 41.

	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
Estructura	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Tanque enterrado	13.80		0.40 aprox.	

Tabla 54. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

La losa estará apoyada sobre 0.50 m de mejoramiento correspondiente a piedra rajón con geotextil no tejido.

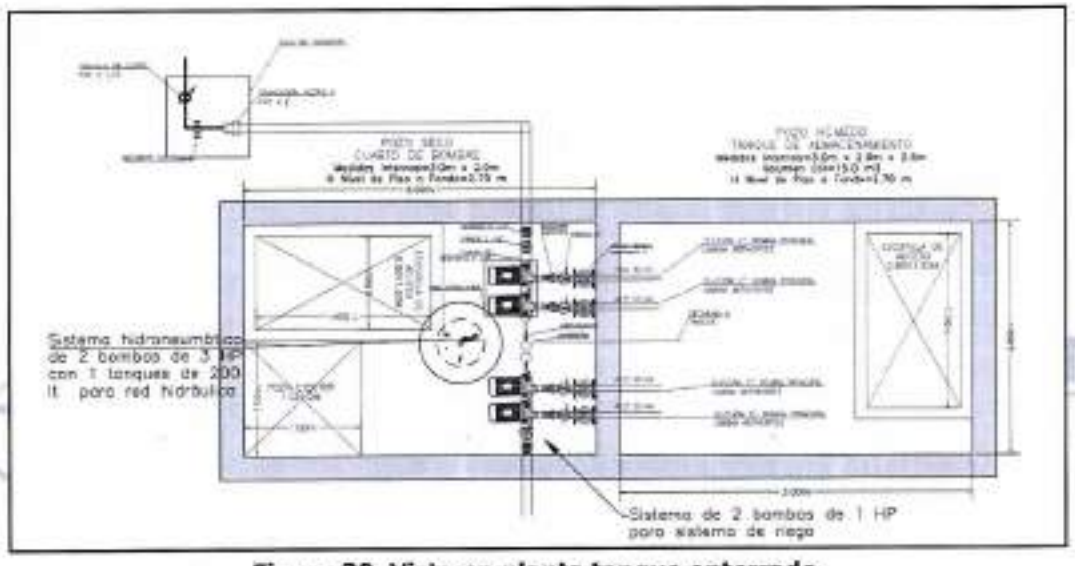


Figura 39. Vista en planta tanque enterrado.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

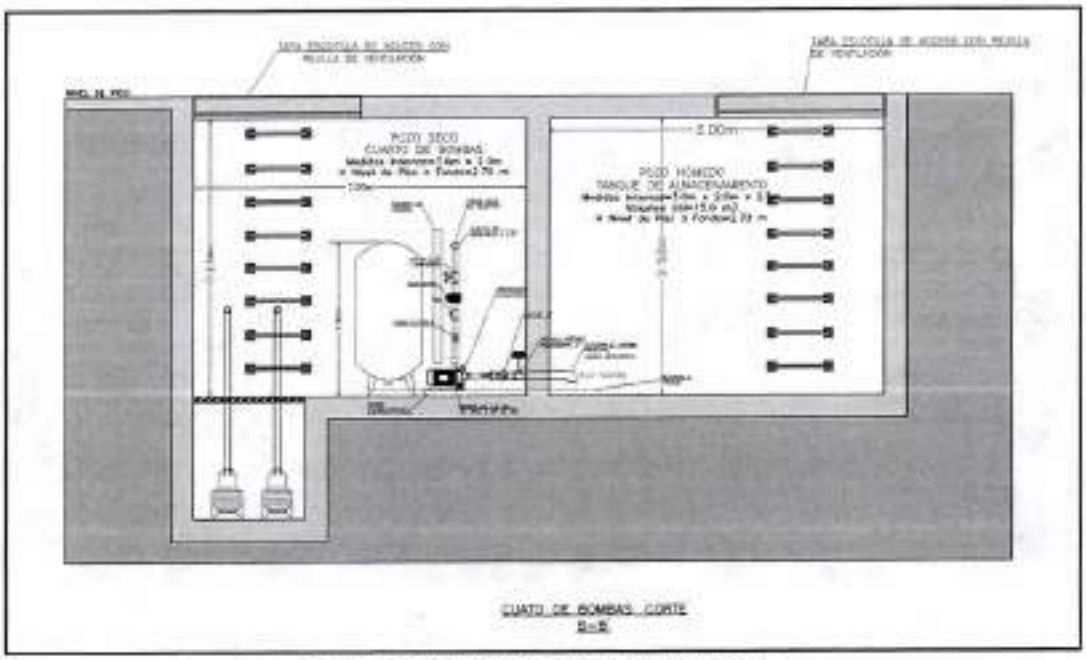


Figura 40. Sección tanque enterrado.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

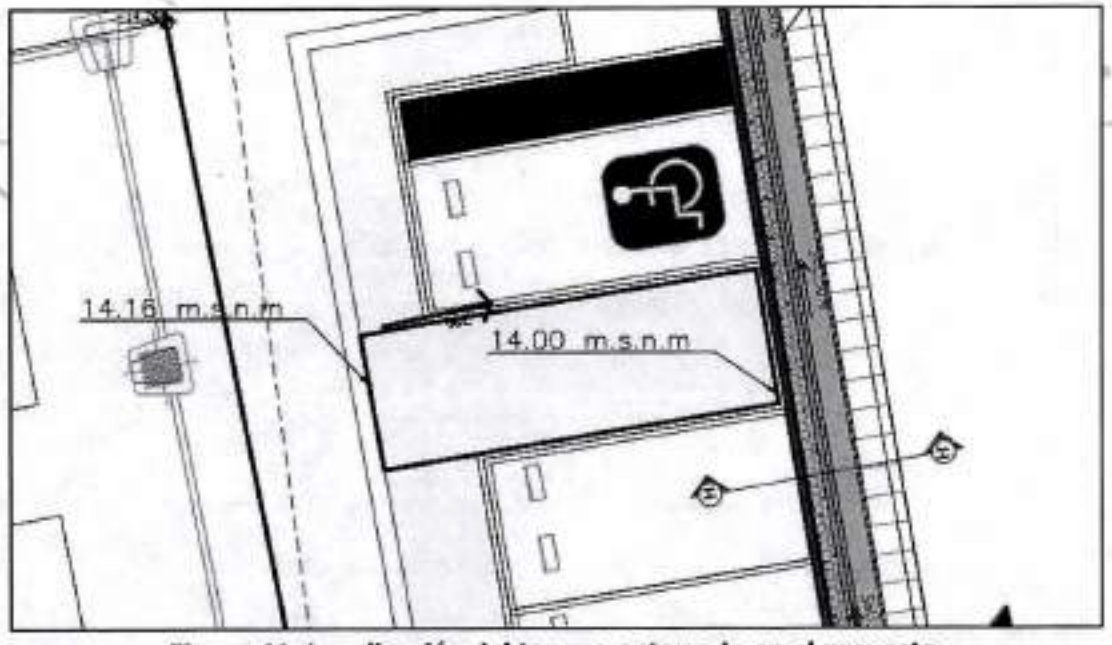


Figura 41. Localización del tanque enterrado en el proyecto.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

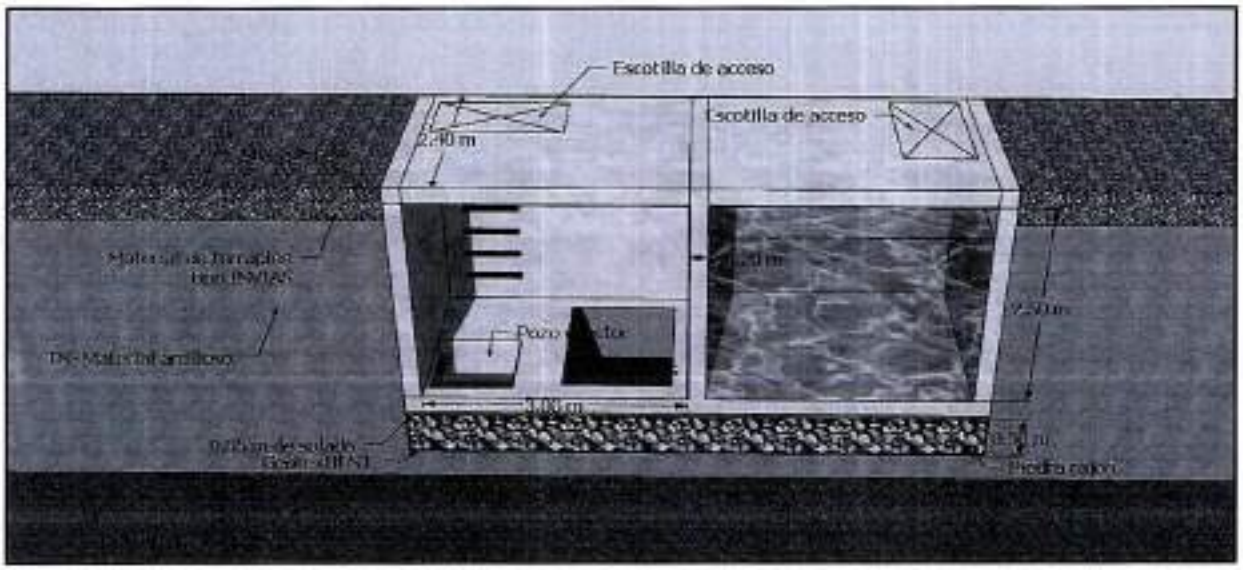


Figura 42. Esquema de cimentación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.7.1. Capacidad de carga.

La metodología es descrita en el numeral 7.1.3, inciso a. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
2.90	2.40	6.60	**64.04**	1014.42

Tabla 55. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Tanque enterrado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
4.20	1.00	1.00	**140.60**	140.60

Tabla 56. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. Pozo eyector.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

7.7.2. Factores de seguridad por capacidad de carga.

Se determinó el factor de seguridad según la capacidad de carga en la etapa de lleno de la estructura en funcionamiento, teniendo en cuenta un espesor estimado de 0.30 m para las paredes, la tapa y el fondo.

El valor obtenido se muestra a continuación y si su magnitud es mayor a 3.00 se considera como satisfactorio. Se calcula realizando una comparación entre la carga que soporta el suelo a la profundidad de fundación y la carga que transmite el tanque a esta misma profundidad.

Estructura	Tanque +pozo eyector
Peso de la estructura (KN)	606.71
Carga ultima (KN)	3043.26
FS	**5.02**

Tabla 57. Factores de seguridad por capacidad de carga.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

El valor obtenido se considera satisfactorio.

7.7.3. Asentamientos.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

La metodología utilizada es descrita en el numeral 7.1.4. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
2.90	2.40	6.60	1.75	0.00	**1.75**

Tabla 58. Asentamiento total. Tanque enterrado.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
4.20	1.00	1.00	0.66	0.00	**0.66**

Tabla 59. Asentamiento total. Pozo eyector.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

7.7.4. Empuje.

Las condiciones geotécnicas y geométricas para evaluar los empujes son las siguientes:

Nivel freático: 0.70 m.
Peso específico del agua (γw): 10.00 KN/m2.
Profundidad del nivel de la estructura del tanque de almacenamiento respecto al terreno natural: 2.90 m.
Profundidad del nivel de la estructura del pozo eyector respecto al terreno natural: 4.20 m.
La formulación utilizada para la determinación del empuje se muestra a continuación:

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

$$E = Hw * \gamma_w * A$$

Dónde:
Hw: Diferencia entre la profundidad de la losa y el nivel freático.
γw: Peso específico del agua.
A: Área de la losa.

A continuación, se muestran los parámetros utilizados y el valor del empuje obtenido, así como los factores de seguridad en las etapas de construcción y funcionamiento del tanque.

Estructura	Tanque	Pozo eyector
Hw (m)	1.90	3.20
A (m^2)	14.84	1.00
γ (KN/m^3)	10.00	10.00
E (KN)	**281.96**	**32.00**
FS tanque vacío	**1.55**	**13.62**
FS tanque en funcionamiento	**2.15**	**18.96**

Tabla 60. Cálculo de los empujes.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

El factor de seguridad mínimo en la condición crítica, es decir, cuando la estructura se encuentra vacía, debe ser mayor a 1.20, por lo anterior, el valor obtenido se considera satisfactorio.

Nota: Para la construcción del pozo eyector, es posible que este alcance el estrato arenoso encontrado en el subsuelo, es por ello que se recomienda que las excavaciones se realicen con el uso de entibados horizontales, los cuales protegen las paredes de la excavación y previenen posibles deslizamientos del terreno. Además, en caso de que se detecte una elevación del nivel freático, se recomienda implementar un sistema de bombeo adecuado para controlar el agua subterránea y evitar la inundación de la excavación, asegurando así la estabilidad y seguridad del proceso constructivo.

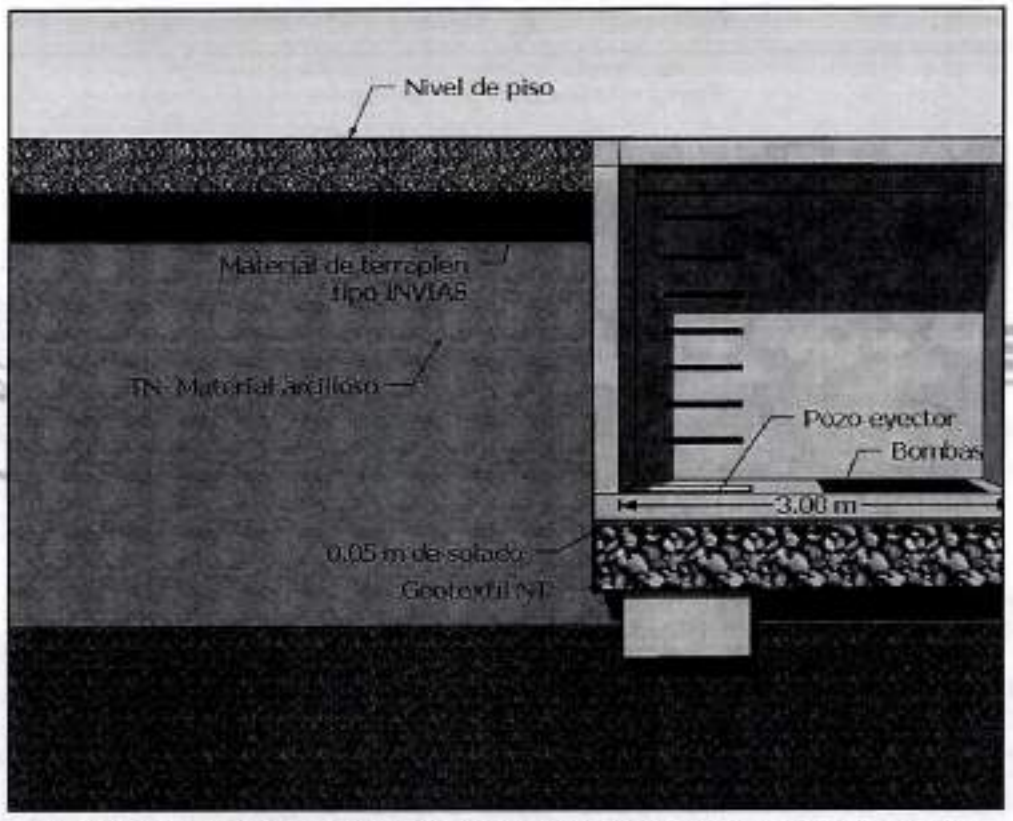


Figura 43. Esquema de cimentación, pozo eyector en el estrato arenoso.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

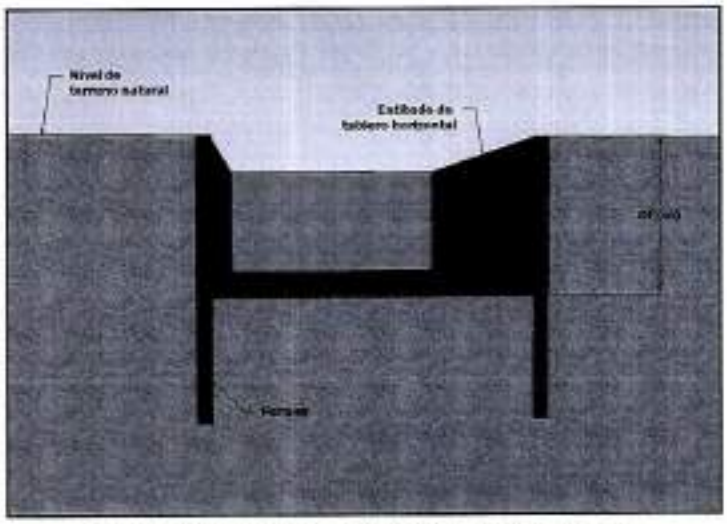


Figura 44. Sistema de entibado horizontal.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.8. Cimentación para poste cilíndrico H= 10.00 m y poste oleron H= 6.00 m.

Considerando la información proporcionada por el solicitante, se realizó el análisis correspondiente para un poste cilíndrico con una altura de 10.00 m y un poste olerón con una altura de 6.00 m. Se recomienda para la construcción del proyecto el uso de cimientos profundos correspondientes a grupos de pilotes/pilas preexcavadas.

El análisis se realizará para pilotes de 0.30 m de diámetro y 2.00 y 3.00 m de longitud, desplantados 1.00 m desde el nivel de rasante.

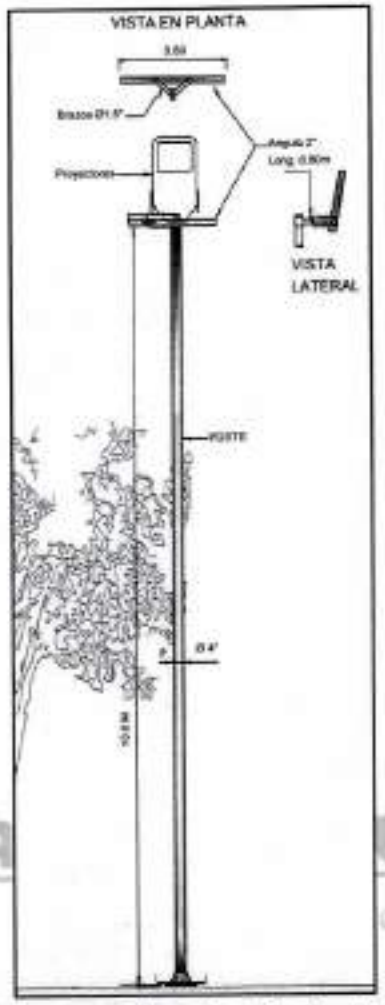


Figura 45. Esquema de poste de iluminación. Poste cilíndrico H=10.00 m.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

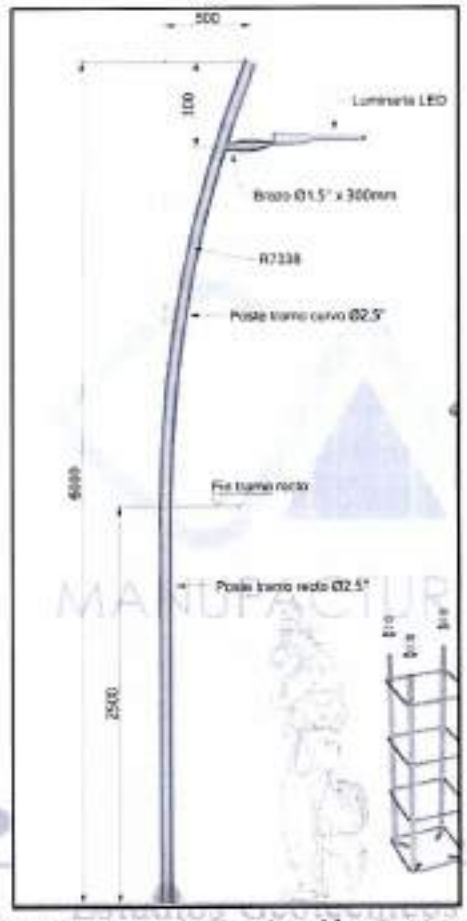


Figura 46. Esquema de poste de iluminación. Poste oleron H=6.00 m.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.8.1. Capacidad de carga vertical.

La capacidad de carga admisible es calculada para pilotes actuando por fricción, por el método (α) para suelos de grano fino y el método (β) para suelos de grano grueso, empleando un factor de seguridad de 2.00. La metodología utilizada es descrita en el numeral 7.4.6 inciso a.

A continuación, se muestran los resultados para los pilotes de 0.30 m de diámetro y 2.00 m de longitud:

Pilotes de diámetro igual a 0.60 m				
Cota	**α/β**	**Qsi (kN)**	**Qsu (kN)**	**Qsa (kN)**
2.00	0.84	10.62	10.62	5.31
3.00	0.30	5.11	15.73	7.87
TOTAL				**7.87**

Tabla 61. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga por fricción para los pilotes de 0.60 m de diámetro.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
α/β: Coeficientes que varía según la cohesión y el ángulo de fricción.
Qsi neta (KN): Capacidad de carga última.
Qsu neta (KN): Capacidad de carga última acumulada del pilote.
Qsa neta (KN): Capacidad de carga admisible del pilote.

La capacidad de carga por fricción de los pilotes de 0.30 m de diámetro y 2.00 m de longitud es igual a 7.87 kN. Siguiendo la misma metodología para la longitud de 3.00 m, se obtiene que:

Capacidad de carga por fricción		
Diámetro (m)	0.30	0.30
Longitud (m)	2.00	3.00
Qsa (kN)	**7.87**	**12.08**

Tabla 62. Capacidad de carga por fricción.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

7.8.1. Capacidad de carga total de los pilotes.

La capacidad de carga total se calcula como el total de la capacidad de carga admisible por fricción, los valores obtenidos se muestran a continuación:

Capacidad de carga total		
D (m)	0.30	0.30
Qsa (kN)	7.87	12.08
Qtotal (kN)	**7.87**	**12.08**

Tabla 63. Resumen de los cálculos para la obtención de la capacidad de carga total individual de los pilotes.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
D (m): Diámetro del pilote.
Qsa (kN): Capacidad de carga admisible del pilote por fricción.

Q neta total (kN): Capacidad de carga admisible total del pilote.

7.8.2. Capacidad de carga lateral del pilote.

Para evaluar la capacidad de carga lateral se estiman las condiciones geotécnicas promedio, esto debido a que el perfil está conformado por intercalaciones de suelos cohesivos y friccionantes. En estos casos Peck (1943) propuso que se determine un valor equivalente de la cohesión, en función del ángulo de fricción de los estratos granulares presentes y se obtiene de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$Cprom = \frac{1}{2H}(\gamma_s * K_s * H_s^2 * \tan(\emptyset_s) + (H - H_s)n^{`} * q_u)$$

Dónde:
H: Altura total del corte.
γ_s: Peso específico de la arena.
K_s: Coeficiente de presión lateral de tierra para el estrato de arena (aproximadamente 1.00).
H_s: Altura del estrato de arena.
Φ_s: Ángulo de fricción de la arena.
$n^{`}$: Coeficiente de falla progresiva (varía de 0.50 y 1.00, valor promedio 0.75).
q_u: Resistencia a la compresión del material fino.
El peso específico promedio de los estratos se expresa como:

$$\gamma_a = \frac{1}{H}(\gamma_s * H_s + (H - H_s)\gamma_c)$$

Dónde:
γ_c: Peso específico saturado del estrato de arcilla.

Los valores de cohesión y peso específico promedio obtenidos se muestran en las tabla siguiente:

Peso específico promedio (KN/m3)	18.65
Cohesión promedio (KN/m2)	21.11

Tabla 64. Cohesión y peso específico promedio del corte de suelo estratificado. Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Los pilotes se clasifican de acuerdo con la siguiente igualdad:

$$\text{si} \quad Kr = \frac{Ep * Ip}{EsL^4} < 0.01; \quad \text{Flexibles}$$

Dónde:
Kr: Rigidez relativa.
E_p: Módulo de elasticidad del pilote.
I_p: Momento de inercia del pilote.
Es: Módulo de elasticidad del suelo.
L: Longitud del pilote.

En caso contrario serán tomados como pilotes rigidos.

Broms (1965) desarrolló una solución simplificada para calcular la resistencia lateral a carga admisible $Q_{(g)adm}$ y la deflexión en la cabeza de la pilote $X_z(z=0)$. El procedimiento de calculo para pilotes en material fino consideradas como flexibles, se muestra a continuación:

Primero se determina el valor de $Q_{u(g)}$ utilizando la Gráfica 20, siendo los valores de entrada:

a) La relación My/CuD^3, donde My es el momento de fluencia de la pilote, Cu es la cohesion y D el diámetro.
b) La relación e/D, siendo e la longitud libre del pilote; si e=0 entonces los pilotes son restringidas, si e>0 entonces los pilotes son con cabeza libre.

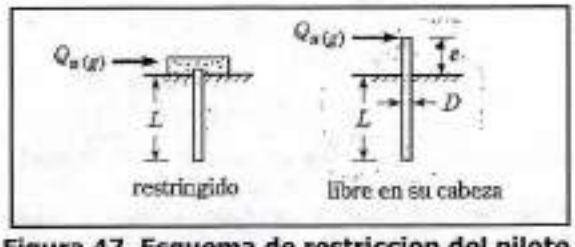
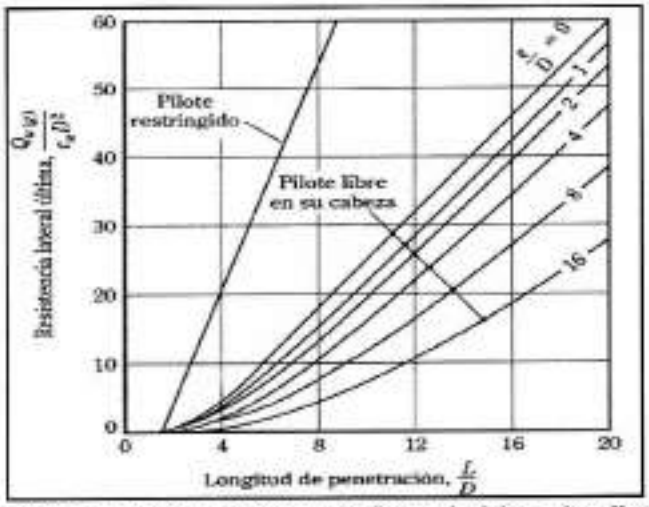
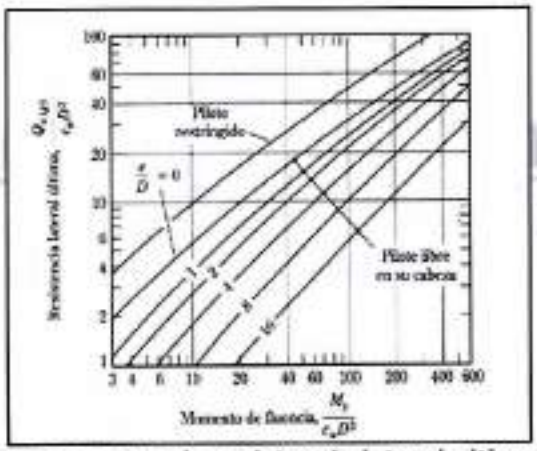


Figura 47. Esquema de restriccion del pilote.
Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.



Gráfica 20. Solución de Broms parea la resistencia lateral ultima de pilotes rigidos en material fino.
Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.



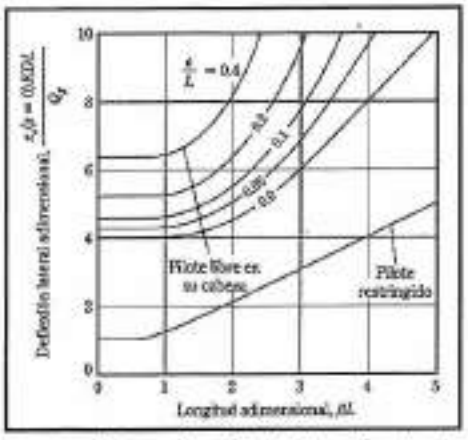
Gráfica 21. Solución de Broms parea la resistencia lateral ultima de pilotes flexibles en material fino.
Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.

Con estos valores y utilizando la gráfica anterior, se obtiene la siguiente relación, de la cual despejamos el valor de la resistencia lateral última $Q_{u(g)}$:

$$\frac{Q_{u(g)}}{C_u D^2}$$

Dónde:
Cu: Cohesión del suelo.
D: Diámetro del pilote.

Se procede ahora a la determinación de la deflexión de la cabeza del pilote. $X_z(z=0)$, la cual se obtiene de la siguiente gráfica:



Gráfica 22. Solución de Broms para determinar la deflexión de la cabeza del pilote en material fino.
Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.

Las variables de entrada son:

a) βL; siendo L la longitud del pilote y β igual a:

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{KD}{4EpIp}}$$

Dónde:
K: Módulo horizontal del suelo, dado en la siguiente tabla.

Resistencia a la compresión simple, qu (KN/m²)	K (KN/m³)
200	10000 - 20000
200 - 800	20000 - 40000
> 800	> 40000

Tabla 65. Intervalo general de valores de K para suelos finos.
Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.

D: Diámetro del pilote.
E_p: Módulo de elasticidad del material del pilote.
I_p: Momento de inercia del pilote.

b) Relacion e/L.

Con estos valores y utilizando la gráfica anterior, se obtiene la siguiente relación, de la cual despejamos el valor de la deflexión de la cabeza de la pilote. $X_z(z=0)$:

$$\frac{Xz(z=0)KDL}{Qg}$$

Donde:
K: Módulo horizontal del suelo.
D: Diámetro del pilote.
L: Longitud del pilote.
Qg: Carga de trabajo.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

- **Pilote de D= 0.30 y L=2.00 m**

CAPACIDAD DE CARGA LATERAL DE LOS PILOTES INDIVIDUALES			
Método de Broms			
γ (KN/m3)	18.65		
Cu (KN/m2)	21.33		
D (m)	0.30		
L (m)	2.00		
e (m)	0.00		Restringido
Ep (KN/m2)	17872045.21		
Ig (m4)	0.00040		
Py (KN/m2)	21000.00		
Es (KN/m2)	10000		
LA (m4)	35		
R'	0.04427	0.01	Rígida
e/D	0.00		
e/L	0.00		
L/D	6.67		
Qu(g)/Cu*D^2	40.00		
Qu(g) (KN)	76.00		
Qg (KN)	19.00		
δ (m3)	0.00265		
My (KN-m)	55.67		
Mmax (KN-m)	24.44	< My	OK
β	0.56956		
K	10000.00		
β*L	1.14		
[Xz(z=0)KDL/Qg	1.00		
Xz(z=0) (mm)	3.17		

Tabla 66. Capacidad de carga última lateral y deflexión de la cabeza de los pilotes preexcavados.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- **Pilote de D= 0.30 y L=2.00 m**

81

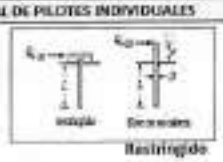
CAPACIDAD DE CARGA LATERAL DE PILOTES INDIVIDUALES			
Método de Broms			
γ (kN/m3)	18.62		
Cu (KN/m2)	19.93		
D (m)	0.30		
L (m)	3.00		
e (m)	0.00		
Ep (KN/m2)	17872045.21		
Ip (m4)	0.00040		
Fy (KN/m2)	21000.00		
Es (KN/m2)	10150		
L4 (m4)	81		
Kr	0.00864	0.01	Flexible
e/D	0.00		
e/L	0.00		
L/D	10.00		
Qu(g)/Cu*D^2	50.00		
Qu(g) (KN)	89.70		
Qg (KN)	22.42		
S (m3)	0.00265		
My (KN-m)	55.67		
Mmax (KN-m)	55.22	< My	OK
β	0.56998		
K	10000.00		
β*L	1.71		
(Xz)z=0)(KOL/Qg	2.00		
Xz(z=0) (mm)	4.98		

Tabla 67. Capacidad de carga última lateral y deflexión de la cabeza de los pilotes preexcavados.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:

γ: Peso específico del suelo.
Cu: Cohesion del suelo.
D: Diámetro del pilote.
L: Longitud del pilote.
e: longitud libre del pilote.
E_p: Módulo de elasticidad del pilote.
I_p: Momento de inercia del pilote.
Fy: Esfuerzo de fluencia.
Es: Módulo de elasticidad del suelo.
K_r: Rigidez relativa del pilote.
$Q_{u(g)}$: Carga lateral última.
$Q_{g(adm)}$: Carga lateral admisible.
S: Módulo de sección del pilote.
My: Momento de fluencia del pilote.
$X_z(z=0)$: Deflexión de la cabeza del pilote.

La capacidad de carga lateral de los pilotes se muestra resumida a continuación:

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Capacidad de carga lateral		
Diámetro (m)	0.30	0.30
Longitud (m)	2.00	3.00
Qg (kN)	19.00	22.42
Xz(z=0) (mm)	**3.17**	**4.98**

Tabla 68. Capacidad de carga última lateral y deflexión de la cabeza de los pilotes preexcavados.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Nota: *La deflexión máxima es estimada para la capacidad de carga obtenida, en caso de tenerse el valor exacto de la carga de trabajo horizontal, esta se debe enviar para hacer los recalculos pertinentes.*

7.8.3. Capacidad de carga admisible del grupo de pilotes.

Para la transmisión de cargas se analizan grupos entre 2 y 4 pilotes individuales, su distribución en el grupo se muestra a continuación:

N	m	n
2	1	2
3	1	3
4	2	2

Tabla 69. Distribución de los pilotes.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
m: Número de pilotes localizados en el sentido ancho de la cimentación.
n: Número de pilotes localizados en el sentido largo de la cimentación.

Estos valores de m y n, determinan el Bg y Lg en función del diámetro del pilote:
Bg: Ancho del grupo del pilote (Dimensión más corta).
Lg: Largo del grupo del pilote (Dimensión más larga).

$$Ag = Bg * Lg$$

Se determina para el análisis una separación centro a centro de 3 veces el diámetro de los pilotes. Los resultados se muestran a continuación:

82/k

- **Pilote de 0.30 m de diámetro y L=2.00 m**

Capacidad de carga grupo de pilotes de diámetro igual a						0.30	m
N	m	n	Bg (m)	Lg (m)	Ag (m2)	h	Qgp (kN)
2	1	2	0.60	1.50	0.90	0.83	**29.99**
3	1	3	0.60	2.40	1.44	0.83	**44.98**
4	2	2	1.50	1.50	2.25	0.83	**59.98**

Tabla 70. Capacidad de carga del grupo de pilotes de 0.60 m de diámetro.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- **Pilote de 0.30 m de diámetro y L=3.00 m**

Capacidad de carga grupo de pilotes de diámetro igual a						0.30	m
N	m	n	Bg (m)	Lg (m)	Ag (m2)	h	Qgp (kN)
2	1	2	0.60	1.50	0.90	0.85	**36.97**
3	1	3	0.60	2.40	1.44	0.85	**55.45**
4	2	2	1.50	1.50	2.25	0.85	**73.94**

Tabla 71. Capacidad de carga del grupo de pilotes de 0.80 m de diámetro.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.8.4. Asentamientos elásticos del pilote individual.

Este asentamiento se estima para pilotes actuando por fricción y punta, como la suma del acortamiento elástico por el material del pilote, por carga por punta y por carga por fricción:

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

$$Se = Se_{(1)} + Se_{(3)}$$

Dónde:
Se: Asentamiento total elástico del pilote.
Se $_{(1)}$: Asentamiento del fuste del pilote.
Se $_{(3)}$: Asentamiento causado por la carga por fricción.

- Determinación de Se$_{(1)}$:

$$Se_{(1)} = \frac{(Qwp + \xi Qws)L}{ApEp}$$

Dónde:
Qwp: Carga por punta.
Qws: Carga por fricción.
Ap: Área de la sección transversal del pilote.
L: Longitud del pilote.
Ep: Modulo de elasticidad del material del pilote.

- Determinación de Se(3):

$$Se_{(3)} = \left(\frac{Qws}{pL}\right)\frac{D}{Es}(1-\mu^2)Iws$$

Dónde:
p: Perímetro del pilote
L: Longitud del pilote.
Iws: Factor de influencia.

$$Iws = 2 + 0.35\sqrt{\frac{L}{D}}$$

Los parámetros y resultados obtenidos se muestran a continuación:

Los parámetros y resultados obtenidos se muestran a continuación:

Diámetro (m)	0.30	0.30
Longitud (m)	2.00	3.00
$S_{e\,(1)}$ (mm)	0.02	0.04
$S_{e\,(3)}$ (mm)	0.29	0.32
Se (T) (mm)	**0.31**	**0.36**

Tabla 72. Asentamientos individuales.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Dónde:
$S_{e\,(1)}$: Asentamiento debido al acortamiento elástico del material del pilote.
$S_{e\,(3)}$: Asentamiento por carga por fricción.
$S_{e\,(T)}$: Asentamiento total.

Los asentamientos se encuentran dentro de los límites tolerables de acuerdo con los requerimientos de transmisión de carga.

7.8.5. Asentamientos del grupo de pilotes.

- **Asentamientos elastico del grupo de pilotes.**

Para la estimación del asentamiento elástico del grupo de pilotes se utiliza la metodología dada por Vesic (1969):

$$Sg(e) = \sqrt{\frac{Bg}{D}}Se$$

Dónde:
Bg: Ancho del grupo de pilotes (Dimensión más corta).
D: Lado de los pilotes.

Se: Asentamiento total elástico del pilote.

- **Asentamiento por consolidación del grupo de pilotes.**

Para el cálculo de asentamientos de un grupo pilotes, se asumen que las cargas actúan sobre una zapata equivalente, ubicada a dos tercios de la profundidad embebida de los pilotes.

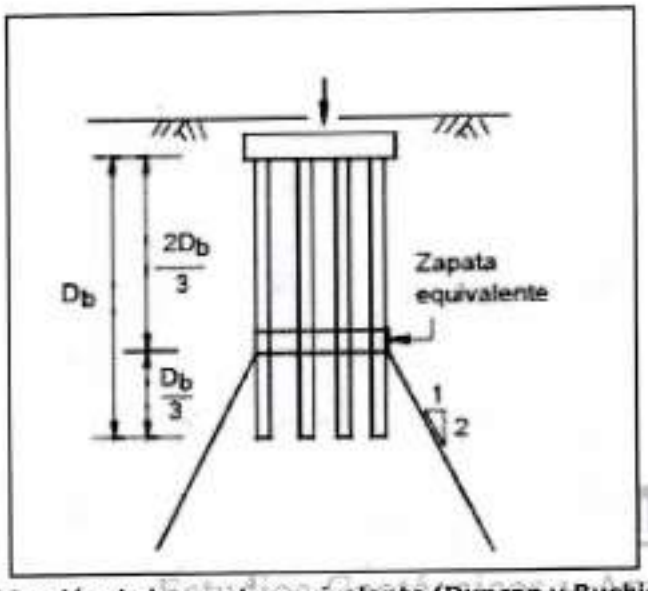


Figura 48. Ubicación de la zapata equivalente (Duncan y Buchignani 1976). Fuente: INVIAS. "Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras 2012".

La carga se reparte con una pendiente 2 vertical 1 horizontal a partir de 2/3Db. Se calcula el asentamiento para cada estrato obteniéndose ΔSi (Asentamiento del estrato i), para luego determinar el asentamiento total del grupo de pilotes Sg=∑ΔSi.

El asentamiento por consolidación ha sido calculado con la siguiente metodología:

$$Sc = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H$$

Dónde:
Sc: Asentamiento por consolidación.
Δe: Cambio total de la relación de vacíos.
eo: Relación de vacíos inicial.
H: Altura del estrato.

El cambio total de la relación de vacíos (Δe) es calculada con las siguientes ecuaciones:

$$\Delta e = Cc * \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o} \ (para\ arcillas\ normalmente\ consolidadas)$$

$$\Delta e = Cr * \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o} \ (para\ arcillas\ sobreconsolidadas\ con\ \sigma'_o + \Delta\sigma' < \sigma'_C)$$

$$\Delta e = Cr * \log \frac{\sigma'_C}{\sigma'_o} + Cc * \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_C} \ (para\ arcillas\ sobreconsolidadas\ con\ \sigma'_o + \Delta\sigma' > \sigma'_C)$$

Dónde:

σ'o: Esfuerzo efectivo del suelo.

Δσ: Incremento de esfuerzo por la construcción de la edificación.

σ'c: Esfuerzo de preconsolidación.

Cc: Índice de compresión.

Cr: Índice de recompresión, se puede asumir entre 5% y 10% del valor del Índice de compresión.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Asentamiento total grupo de pilotes D=0.30 m L=2.00 m			
N	**Elásticos Sgp (mm)**	**Consolidación Scg (mm)**	**Totales Sgt (mm)**
2	0.44	15.53	**15.97**
3	0.44	16.17	**16.61**
4	0.70	17.59	**18.28**

Tabla 73. Asentamientos del grupo de pilotes.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Asentamiento total grupo de pilotes D=0.30 m L=3.00 m			
N	**Elásticos Sgp (mm)**	**Consolidación Scg (mm)**	**Totales Sgt (mm)**
2	0.51	17.70	**18.21**
3	0.51	18.43	**18.94**
4	0.81	17.61	**18.42**

Tabla 74. Asentamientos del grupo de pilotes.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Los valores de deformación total son inferiores al máximo tolerable para este tipo de cimentaciones 150 mm, de acuerdo con el título H de la NSR-10.

7.8.6. Módulo de reacción horizontal y vertical.

Los módulos de reacción vertical y horizontal del subsuelo en los pilotes se presentan a continuación:

Profundidad (m)	Kv (KN/m3)	Kh (KN/m3)
1.00	8475	5650
2.50	3295	2197
4.00	4800	3200
6.00	7200	4800
7.00	17234	11489
8.00	13173	8782

Tabla 75. Módulos de reacción vertical y horizontal del suelo en los pilotes.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7.9. Cimentación para dos (2) canchas de fútbol en arenilla.

Los espesores de relleno para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto de 14.15 m.s.n.m. se presentan a continuación:

	Cota de terreno natural (m.s.n.m.)		Espesor de relleno (m)	
Estructura	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Canchas de fútbol	13.40	13.80	0.35	0.75

Tabla 76. Espesores de rellenos necesarios para cada estructura.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

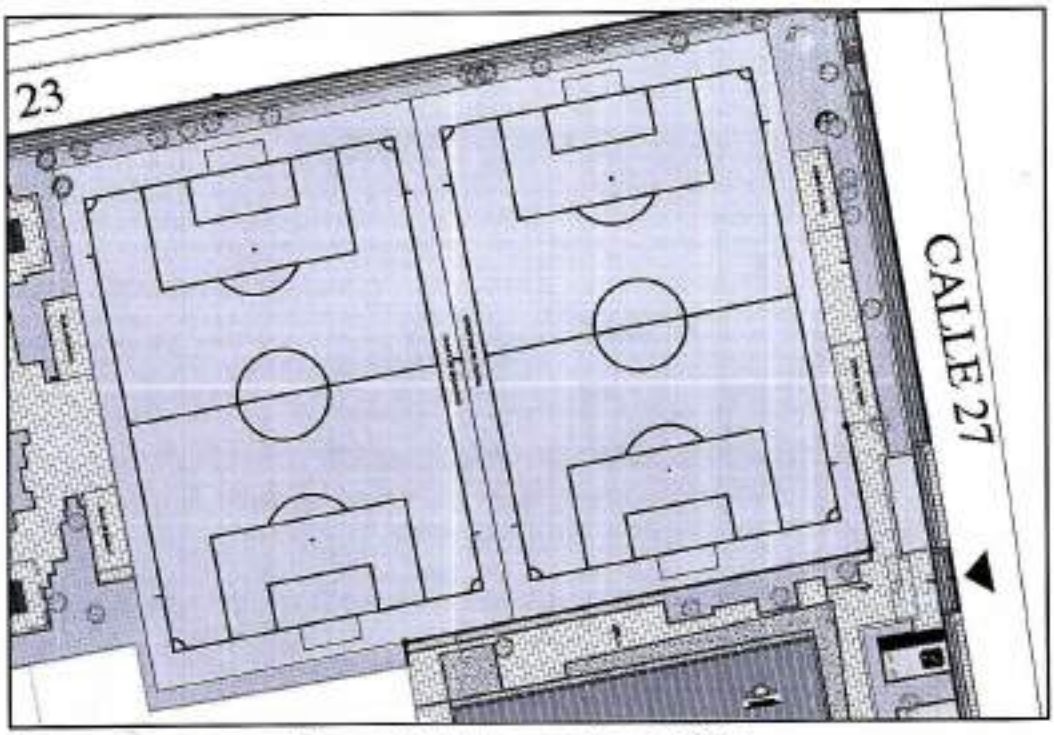


Figura 49. Planta canchas de fútbol.
Fuente: Suministrada por el solicitante.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Se recomienda el uso de una capa de 0.40 m de arenilla la cual debe ser procedente de procesos de trituración y consiste en un limo arenoso limpio sin contenido de materia orgánica (no debe proceder de río o antiguo cauce), la granulometría debe corresponder a las siguientes especificaciones.

- Pasa tamiz No. 200: >30%.
- Pasa tamiz No. 16: >100%.

Entre el terreno natural y la superficie en arenilla se debe utilizar un geotextil no tejido.

Nota: *Es necesario que el material al compactarse se torne impermeable, se debe medir mediante ensayos de infiltración in-situ, para que el agua procedente de precipitación escurra un 90% sobre la superficie de la cancha misma.*

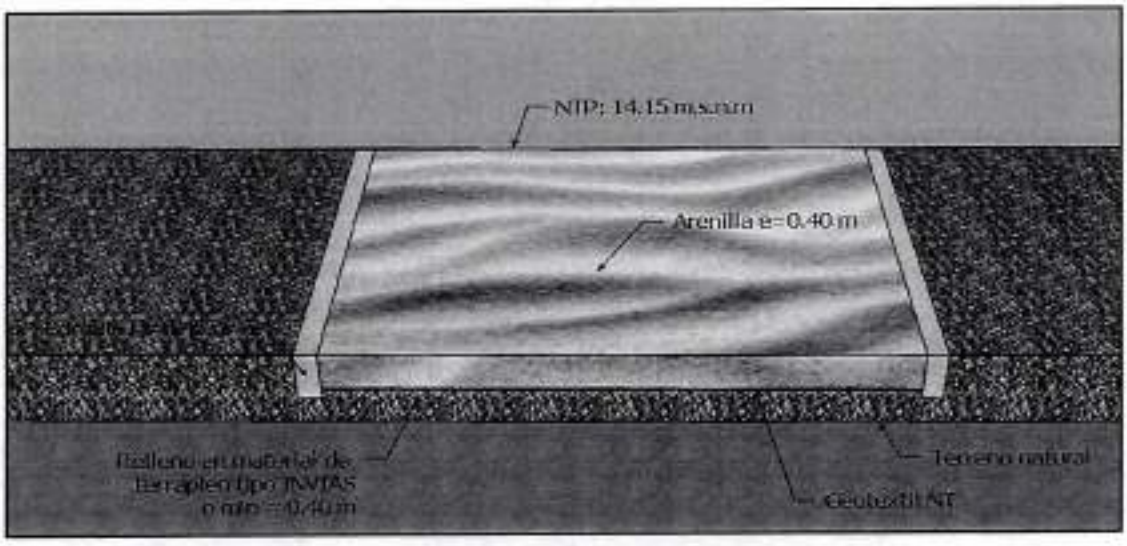


Figura 50. Esquema de la zona de arenilla.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Nota: *La superficie de colocación de la arenilla tendrá las pendientes necesarias para su correcto drenaje, lo cual se especifica a detalle en el estudio hidrológico e hidráulico realizado para el presente proyecto.*

7.10. Cimentación para andenes y zonas peatonales.

Para las zonas peatonales, se utilizarán adoquines tipo deck, y para los andenes se utilizarán adoquines podotáctiles y convencionales.

Para la instalación de adoquines, se debe comenzar nivelando el terreno y asegurando que tenga las pendientes adecuadas para el drenaje. Posteriormente, se colocan bordillos o bordes de contención alrededor del área para mantener los adoquines en su lugar. Se extiende una capa uniforme de arena de 0.05 m de espesor sobre la base preparada. Luego, se colocan los adoquines, asegurándose de que estén bien alineados y nivelados, utilizando un mazo de goma para ajustar si es necesario.

Una vez colocados los adoquines, se esparce arena seca sobre la superficie y se utiliza una escoba para rellenar las juntas entre los adoquines, estabilizando y fortaleciendo la estructura.

Nota: *En todas las zonas de construcción de andenes y senderos peatonales se debe asegurar un espesor mínimo de relleno de 0.30 m, en caso de no cumplir con este espesor hacer un reemplazo hasta completarlo.*

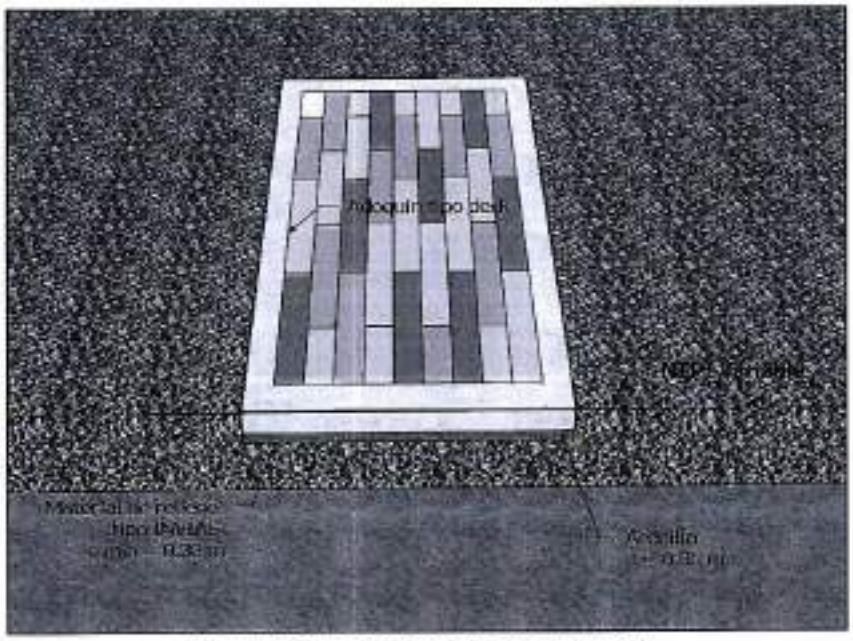


Figura 51. Esquema de cimentación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría

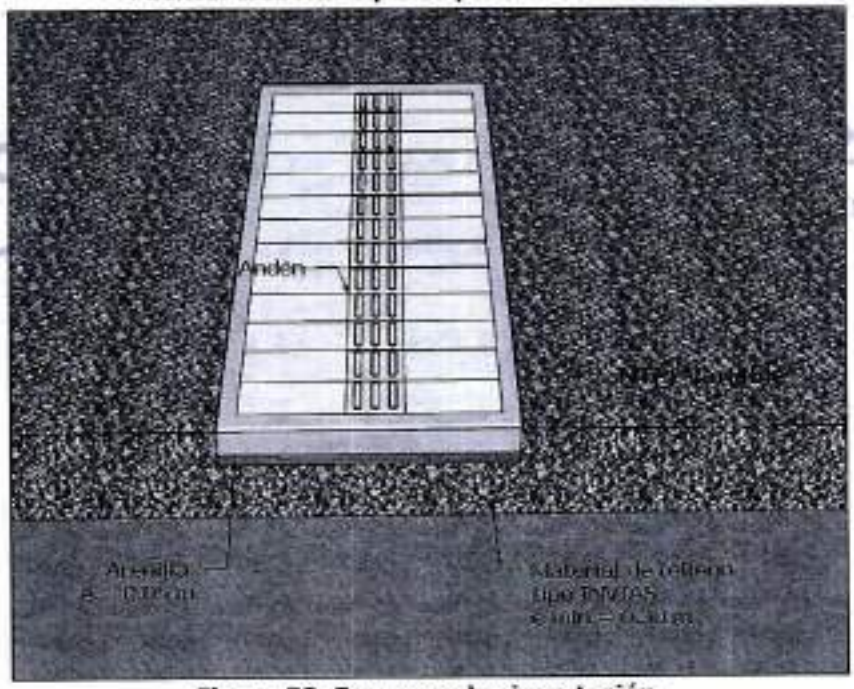


Figura 52. Esquema de cimentación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

86/1

8. RECOMENDACIONES PARA TALUDES.

Se recomienda que los taludes tengan una pendiente no mayor a 2:1, esto asegura la estabilidad del terreno. Para mejorar la protección del talud y minimizar la erosión, se sugiere revegetalizar la superficie con grama o pasto.

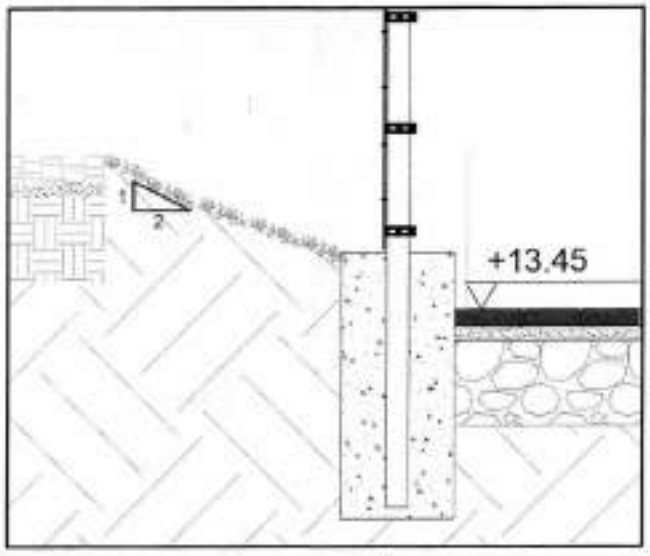


Figura 53. Recomendación para taludes.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

PABLO CASTILLA NEGRETE

9. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA ZONA DE PARQUEADEROS.

La zona de parqueaderos se muestra a continuación:

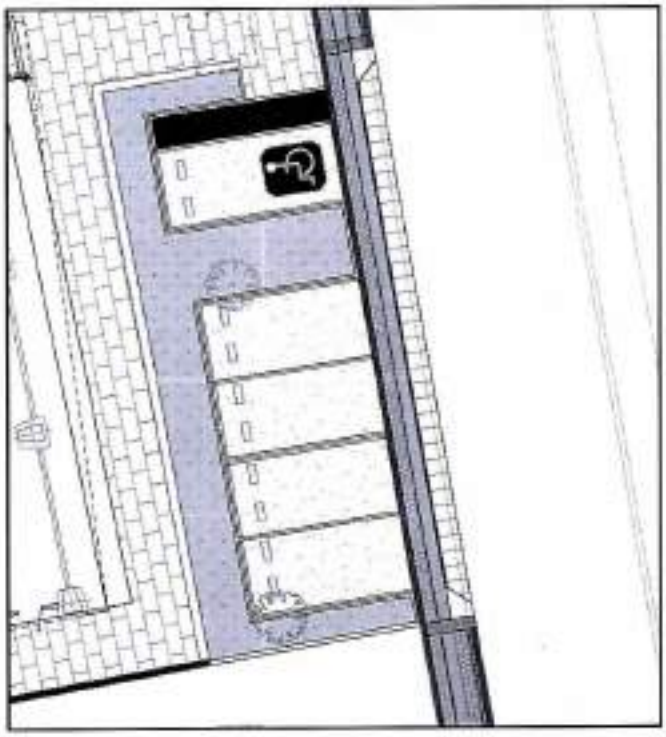


Figura 54. Zona de parqueaderos.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

PABLO CASTILLA NEGRETE

Para ello, se utiliza para el diseño el procedimiento simplificado de diseño para el caso en que no se disponga de datos sobre distribución de cargas por eje.

Este método se ha desarrollado para para abordar escenarios donde no se disponga de información precisa sobre el deterioro debido a la fatiga o la erosión, ni se cuente con la distribución de cargas por eje obtenida a partir de pesajes confiables. La Asociación de Cemento Portland (PCA) ha preparado tablas de diseño simplificadas basadas en distribuciones típicas de cargas por eje para diferentes tipos de vías. Estas tablas permiten diseñar pavimentos sin necesidad de tener información detallada sobre las cargas de tránsito esperadas.

9.1. Pasos a seguir en el diseño.

9.1.1. Elegir la categoría de carga por eje.

Para el diseño de esta zona, se seleccionó la Categoría 1. Esta categoría es la más adecuada debido a que el estacionamiento clasifica como una instalación con un tránsito bajo a medio.

Tabla 6.12 Categorías de carga por eje						
Categorías de carga por eje	Descripción	Tránsito			Máximas cargas por eje (KN)	
		TPD	TPDC			
			%	Diario	Ejes simples	Ejes tándem
1	- Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 - 800	1 -3	hasta 25	98	160
2	- Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto). - Calles, arterias y carreteras primarias (bajo).	700 - 5000	5 - 18	40 - 1000	115	195
3	- Calles arterias, y carreteras primarias (medio). - Vías expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio).	3000 - 12000 (2 carriles) 3000 -50000+ (4 carriles o más)	8 - 30	500 -5000+	133	230
4	- Calles arterias, carreteras primarias y vías expresas (alto). - Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto).	3000 - 20000 (2 carriles) 3000 -150000 (4 carriles o más)	8 - 30	1500 -8000+	151	267

* Los términos bajo, medio y alto se refieren a los pesos relativos de las cargas por eje, para el tipo de calle o carretera considerada; esto es, "bajo" para una autopista interestatal puede representar cargas mucho más pesadas en una carretera secundaria.

Tabla 77. Categoría de carga por eje.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

PABLO CASTILLA NEGRETE

Nota: *La anterior tabla considera factores de seguridad de carga de 1.0, 1.1 y 1.2 para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Los datos están preparados para un periodo de diseño de 20 años.*

9.1.2. Determinar la resistencia del Conjunto Subrasante-Subbase

La resistencia se describe con términos como bajo, medio, alto y muy alto. relacionados aproximadamente con los valores reales del módulo de reacción, como se muestra en la Tabla 81. Al usar subbase, se debe considerar el incremento del módulo K con la ayuda de la Tabla 79.

Para ello primero se deben calcular los siguientes parámetros:

a) Capacidad de soporte de diseño.

De acuerdo con lo establecido en el numeral 4.5 se establece que el CBR de diseño es igual a 2.17%, utilizando el CBR sumergido con el objetivo de contemplar el escenario más desfavorable al cual puede llegar a ser sometida la estructura, es decir, un nivel de saturación del suelo de subrasante.

b) Mejoramiento de la subrasante.

De acuerdo con el "Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos. medios y altos volúmenes de tránsito" para subrasantes con CBR menores a 2%, se requieren tratamientos especiales como la sustitución de los materiales inadecuados. Sin embargo, con el fin de asegurar una buena superficie de trabajo en campo, se recomienda realizar un mejoramiento del suelo cuando se tengan valores menores a 5%, con este valor se asegura un módulo resiliente del terreno de fundación igual a 50 Mpa.

Para estimar el mejoramiento se debe obtener el valor K de la subrasante mejorada y se calcula el módulo de elasticidad mediante la ecuación de Ivanov:

$$E_{cc} = \frac{E_s}{1 - \frac{2}{\pi}\left[1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right] * arctang\left[n * \frac{h_m}{2a}\right]}$$

$$n = \left[\frac{E_m}{E_s}\right]^{1/2.5}$$

Dónde:
a: Radio de la huella (mm).
Es: Módulo de la subrasante (Kg/cm^2).
hm: Espesor del reemplazo (cm), se tantea hasta que se tenga un espesor tal que el CBR sea mayor al 5%.
Em: Módulo del material de mejoramiento (Kg/cm^2).
Ecc: Módulo del sistema combinado (Kg/cm^2).
El módulo del mejoramiento se calcula con la siguiente formulación:

$$Ei = 130 * CBR^{0.714}$$

A continuación. se estima el espesor del mejoramiento y el CBR de la subrasante mejorada:

a (mm)	10.80
ES (Kg/cm2)	220.80
hm (cm)	**30.00**
Em (Kg/cm2)	673
Ecc (Kg/cm2)	516.66
CBR subrasante (%)	**2.17**
n	1.56
CBR subrasante mejorada %	**7.00**

Tabla 78. Cálculos para el mejoramiento de la subrasante.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
a: Radio de la huella (cm).

Es: Módulo de la subrasante (Kg/cm2).
hm: Espesor del reemplazo (cm), se tantea hasta que se tenga un espesor tal que el CBR sea mayor al 5%.
Em: Módulo del material de mejoramiento (Kg/cm2).
Ecc: Módulo del sistema combinado (Kg/cm2).

Se recomienda el uso de un mejoramiento correspondiente a piedra rajón con geotextil no tejido de 0.30 m de espesor, con el cual se obtiene un CBR de la subrasante mejorada igual a 7.00%.

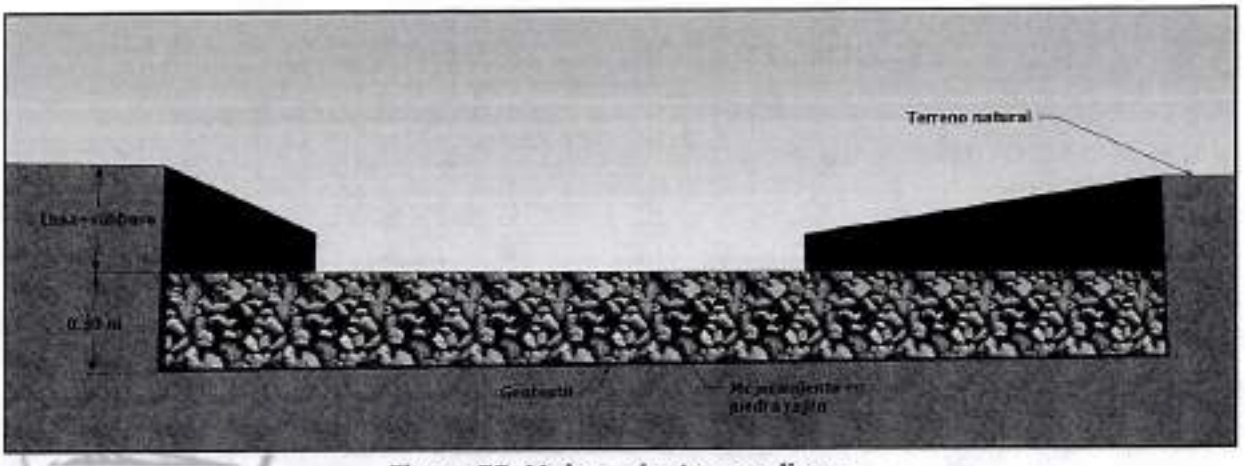


Figura 55. Mejoramiento a realizar.
Fuente: Elaborado por la presente consultoria. con ayuda de la herramienta SketchUp.

c) Módulo de reacción de la subrasante.

La resistencia de la subrasante se mide en términos del módulo de reacción (K). determinado por pruebas de placa directa, sin embargo, teniendo en cuenta que estas pruebas son de difícil consecución en la zona del proyecto, el valor K se estima con pruebas más sencillas como el CBR, de acuerdo con la siguiente tabla:



Gráfica 23. Relación aproximada entre la clasificación del suelo y los valores de CBR y K. Fuente: Juárez Badillo. E. y Rico. A. Mecánica de suelo. Tomo 1; Fundamentos de la mecánica de suelos. U.N.A.M. México. 1969. 3ª. Edición.

Nota: *Este procedimiento es válido puesto que no es necesario, el conocimiento del valor exacto del módulo K, debido a que variaciones no muy grandes de su magnitud prácticamente no afectan los espesores de pavimento requerido.*

Para el CBR de diseño igual a 6.90% se obtiene un valor de módulo de reacción igual a 46 Mpa/m.

d) Módulo de reacción del Soporte K combinado (Subrasante – Subbase).

Para lograr un apoyo más uniforme y controlar futuros problemas de bombeo del pavimento, se recomienda la colocación de una capa de sub-base.

A partir de la siguiente tabla se adoptará un valor de Módulo de reacción (K) del conjunto sub-base/subrasante que regirá los diseños teniendo en cuenta el módulo de reacción sobre la subrasante.

Efecto de la sub-base granular sobre los valores de K				
Valor de K para sub-rasante	Valor de K para la sub-base combinada (Mpa/m)			
	100 mm	150 mm	225 mm	300 mm
20	23	26	32	38
40	45	49	57	66
60	64	66	76	90
80	87	90	100	117

Tabla 79. Efecto de la subbase granular sobre los valores de K.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

Nota: *La compactación de la capa de subbase en el terreno debe ser tal que se garantice un incremento mínimo de la densidad luego de poner en funcionamiento el pavimento, por tanto, se exigirá un porcentaje de compactación cuando menos del 100% de la máxima densidad seca obtenida en un ensayo de Proctor Modificado.*

Para este diseño se contemplará la utilización de subbase granular con espesor de 200 mm. Con el módulo de reacción K de la subrasante igual a 46 Mpa/m, se estima el K combinado en función del espesor tentativo de subbase, el cual se muestra a continuación:

K de la subrasante (Mpa/m)	Espesor sub-base (mm)	K combinada subrasante – sub-base (Mpa/m)
46	200	59.8

Tabla 80. Valor obtenido de K combinado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Nota: *La subbase granular debe cumplir con los requisitos dados por el INVIAS artículo 320-22.*

En base al valor obtenido de K combinado de la Tabla 80, se procede a consultar la Tabla 81 para determinar el tipo de soporte subrasante-subbase que regirá el diseño del pavimento para el estacionamiento:

Tabla 6.13 Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k		
Tipo de suelo	**Soporte**	**Rango de valores k MPa/m**
Suelos de grano fino, en los que predominan partículas del tamaño del limo y la arcilla	Bajo	20-34
Arenas y mezclas de grava y arena con cantidades moderadas de limo y arcilla.	Medio	35-49
Arenas y mezclas de grava y arena relativamente libres de finos plásticos.	Alto	50-60
Subbases tratadas con cemento.	Muy alto	70-110

Tabla 81. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

De acuerdo con el módulo de reacción combinado se tiene un soporte alto.

9.1.3. Determinar el Módulo de rotura del concreto.

Este parámetro es considerado por el criterio de fatiga, es decir, el control del agrietamiento de las losas como consecuencia de la acción repetida de las cargas generadas por el tráfico. La resistencia a la flexión considerada en la metodología es determinada mediante ensayo de módulo de rotura sobre vigas de 15x15x75cm cargadas en los tercios de la luz luego de 28 días de curado.

Para la modelación realizada sobre la estructura se ha considerado un concreto hidráulico (INVIAS-2013. Artículo 500) con módulo de rotura MR de 38.00 de Kg/cm^2.

9.1.4. Determinar el espesor necesario de las losas.

Para calcular el espesor de la losa del pavimento del estacionamiento, se utiliza la Tabla 82 que proporciona los espesores adecuados únicamente para la Categoría de carga por eje 1, determinada anteriormente. Dado que las bermas no son habituales en los estacionamientos, se elige la subcategoría "Sin berma o sardinel de concreto". Considerando que el soporte de la subrasante es de tipo Alto y el módulo de rotura del concreto es de 3.8 MPa, se consulta la tabla para obtener el espesor requerido. El resultado indica que se necesitará una losa con un espesor de 160 mm para el estacionamiento.

Tabla 6.14
TPD-C Admisible – categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados (sin pasadores)

	Sin berma o sardinel de concreto				Con berma o sardinel de concreto			
	Espesor de losa (mm)	Soporte subrasante -subbase (MPa/m)			Espesor de losa (mm)	Soporte subrasante -subbase (MPa/m)		
		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)
MR = 4.4 MPa	120 130 140	 0.2 2	0.1 1 11	0.3 4 33	100 110 120	 0.3 4	0.1 2 21	0.4 6 60
	150 160 170	18 110 500	77 407	210	130 140	38 240	160	410
MR = 4.1 MPa	130 140 150	 0.4 4	0.2 2 19	0.7 8 54	110 120 130	 0.8 9	0.3 5 41	1 15 110
	160 170 180	27 140 600	110 530	290	140 150	65 360	260	650
MR = 3.8 MPa	140 150 160	0.1 0.7 5	0.4 4 26	1 12 72	110 120 130	 0.1 2	 0.8 9	0.2 3 26
	170 180	32 150	130 570	350	140 150 160	14 90 430	63 340	170

Notas:
1. El análisis de fatiga controla el diseño.
2. Un valor fraccional de TPD-C indica que el pavimento puede soportar un número ilimitado de automóviles y camiones de 2 ejes y 4 llantas, pero solo unos pocos camiones pesados por semana (TPDVC de 0.3 X 7 días = 2.1, indica dos camiones pesados por semana).

Tabla 82. TPD-C Admisible- Categoría 1.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

Siendo así, la estructura de pavimento recomendada se resume a continuación:

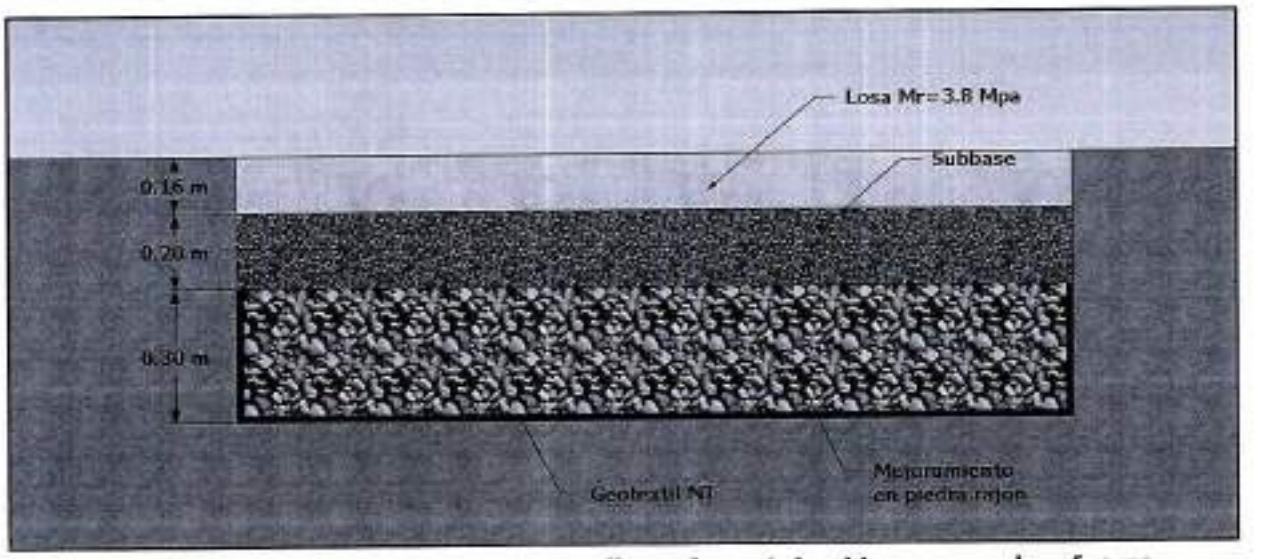


Figura 56. Estructura de pavimento con dimensiones tolerables y acero de refuerzo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, con ayuda de la herramienta SketchUp.

Nota: *En la Tabla 82, no se considera la presencia de juntas con pasadores. dado el bajo volumen de tránsito involucrado; sin embargo, debe tenerse en cuenta que donde no se usen los pasadores, el espaciamiento entre juntas debe reducirse.*

En caso de elegir el uso de pasadores se recomienda las siguientes dimensiones:

Pasadores de carga				
fy (KSI)	**Espesor del pavimento (mm)**	**Diámetro del pasador (pulg)**	**Longitud total (mm)**	**Separación entre centros (mm)**
60	160	7/8	350	300

Tabla 83. Resumen características de los pasadores de carga.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al realizar el presente informe se generan las siguientes conclusiones:

- El subsuelo del proyecto se compone inicialmente por material de relleno contaminado con escombros con espesor variable entre 0.30 y 0.40 m, seguido de materiales finos correspondientes a limos de mediana plasticidad de consistencia firme, y arcillas de baja plasticidad de consistencia blanda, y finalizando con material granular correspondiente a arena limosa en estado de densidad suelto.
- Se registra la presencia del nivel freático entre 0.70 y 0.85 m de profundidad.

- El material fino que conforma el subsuelo del proyecto, de acuerdo con lo establecido en el titulo H de la norma NSR-10, cualifica los suelos con potencial expansivo variable entre bajo y medio.
- Los suelos encontrados no son potencialmente licuables.
- Los suelos encontrados no son susceptibles de colapso.
- Arquitectónicamente el proyecto considera la construcción de las siguientes zonas. para lo cual se recomienda transmitir las cargas generadas por las diferentes estructuras:
  - Edificio de halterofilia: Cimientos corridos o cimientos aislados.
  - Cerramiento perimetral: Vigas de cimentación.
  - Cerramiento perimetral con bloque estructural: cimientos corridos con pilotes de anclaje.
  - Cerramiento para la cancha de fútbol: Cimientos corridos con pilotes de anclaje.
  - Gimnasio al aire libre: Losa de cimentación.
  - Tanque de almacenamiento semienterrado: Losa de cimentación.
  - 2 canchas de fútbol: Arenilla.
  - Zonas de parqueo: Pavimento rígido.
  - Andenes y zonas peatonales: Adoquín tipo deck.
  - Poste cilíndrico H= 10.00 m y poste oleron H= 6.00 m: Pilotes preexcavados.
- Los cimientos estarán apoyados sobre mejoramiento correspondiente a piedra rajón sobre geotextil no tejido.
- Con las dimensiones de cimientos evaluados se obtienen capacidades de carga y asentamiento que se consideran adecuados.
- En caso de presentar variaciones en las dimensiones de los cimientos se deben suministrar a esta consultoría para hacer el recalculo pertinente.
- Una vez se tengan las cargas del proyecto, se deben suministrar a esta consultoría para hacer el recalculo pertinente.

Al realizar el presente informe se generan las siguientes recomendaciones:

- Se debe retirar todo el material orgánico y/o contaminado.
- El terreno debe ser adecuadamente nivelado.
- La limpieza del fondo de las excavaciones es fundamental para evitar asientos instantáneos.
- El material excavado no podrá ser acumulado alrededor de la excavación a una distancia horizontal equivalente menor a 3 veces la profundidad de la excavación,
- Si se dispone de espacio los taludes de excavación deben ser realizados con inclinaciones de 45°, de lo contrario deben ser realizadas empleando entibados de

tableros verticales empotrados 1.50 veces la profundidad de apoyo del cimiento, para fines de seguridad esta recomendación aplica para excavaciones que estén a menos de 3.00 m de estructuras vecinas. El entibado se debe construir antes de realizar la excavación.

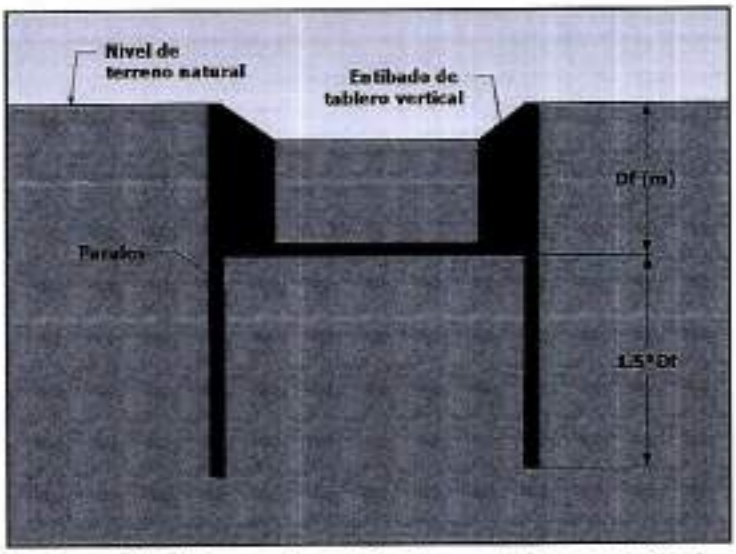


Figura 57. Sistema de entibado con tableros vertical.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE

- Las excavaciones deben permanecer abiertas por cortos periodos de tiempo con el fin de evitar su deterioro, si se anticipan periodos de tiempos superiores entre la construcción de la cimentación y los rellenos se debe conservar la humedad natural del subsuelo, para ello se deben cubrir las caras expuestas de la excavación con polietileno negro de alto calibre.
- Para prevenir la aparición de grietas o fisuras en casos extremos donde las excavaciones estén expuestas a la acción del clima, las caras deben ser recubiertas con mortero fluido y disponer de entibados con las características expresadas con anterioridad.
- Las labores de excavación, relleno y construcción de los cimientos se deben realizar en forma continua para evitar la recuperación elástica del suelo.
- En caso de presentarse inundación en la excavación por precipitación se recomienda la utilización de un sistema de bombeo para la evacuación de las aguas, las cuales deben ser bombeadas lentamente para controlar la presión intersticial del material del fondo.
- Las excavaciones deben ser señalizadas e inspeccionadas diariamente por personal calificado antes y durante la jornada laboral, especialmente cuando haya ocurrencia de precipitación.

- En caso de detectarse asentamientos. Agrietamientos, fisuras o movimientos de tierras durante la etapa de cortes y excavaciones deberá informarse al ingeniero geotecnista y el personal será retirado de la zona.

10.1. Procedimiento y recomendaciones de excavación.

- Durante todo el proceso de excavación se debe disponer de equipos de bombeo para evitar que aguas lluvias ablanden los suelos excavados.
- En obra se debe disponer de plástico para cubrir el área de trabajo de excavación en caso de que ocurran lluvias.
- Se debe cumplir con las normas ambientales para el manejo de material de excavación, disponer del material de excavación en sitios autorizados.

10.2. Recomendaciones de diseño para edificaciones.

- Se recomienda limitar la rigidez de cimientos a una flexión menor a un L/300 con el fin de evitar la aparición de fisuras por movimientos diferenciales de las zapatas según tabla H.4.9-1.
- Para que el diseñador estructural pueda determinar el área base de los cimientos, debe hacerlo a partir de las fuerzas y momentos sin mayorar transmitidos al suelo, de la misma manera para determinar los esfuerzos que actúan sobre el suelo de cimentación, a partir de las reacciones de la estructura y su cimentación sobre el suelo, deberá emplear las combinaciones de carga para el método de esfuerzos de trabajo de la sección B.2.3, empleando las cargas apropiadas y las fuerzas sísmicas reducidas de diseño, de tal manera que los efectos de la estructura y del sismo sobre el suelo así obtenidos estén definidos al nivel de esfuerzos de trabajo y deben evaluarse de acuerdo a los requisitos del Título H de la NSR-10 y los definidos en el presente informe. Ver numeral C.15.2.2 y A.1.3.5 de la NSR-10.
- Luego de haber diseñado la cimentación, el diseñador estructural debe chequear que el esfuerzo de contacto suelo/cimentación luego de diseñada la cimentación no superé las capacidades admisibles de carga establecidas para los factores de seguridad indirectos indicados y para las condiciones de análisis dadas.
- El calculista estructural debe suministrar a esta consultoría el listado de cargas resultantes de cimentación de los diseños para revisar los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título H.2.4. Se deben suministrar los listados de cargas correspondientes a las siguientes condiciones del análisis de la estructura: 1) Carga Muerta + Carga Viva Normal. 2) Carga Muerta + Carga Viva Máxima, y, 3) Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático aplicado para un

R=1 en alguno de los dos sentidos; estas combinaciones de carga son, respectivamente, (B.2.3.7), (B.2.3.2) y (B.2.3.8) del numeral B.2.3.1 de la NSR-10.

10.3. Pavimento rígido.

Las recomendaciones hacen énfasis a la construcción del pavimento, en razón a que este elemento de la vía representa gran parte de la estabilidad del mismo, por lo tanto, debe hacerse con toda la técnica y personal especializado disponible:

- Antes de realizar los trabajos tendientes a la construcción del proyecto. se debe replantear el proyecto a partir de la cartera de localización y rasante, el eje de la vía y sus bordes para determinar la congruencia de abscisas y cotas con los elementos adyacentes a la vía.
- Se recomienda hacer control estricto de la superficie o nivelación del material granular antes de instalar el concreto con equipo topográfico, con el fin de evitar dejar desniveles o depresiones que generen en el concreto esfuerzo de tensión inadmisible para el mismo.
- El comportamiento de una estructura de pavimento ante las solicitudes de carga es función de la calidad de cada uno de los materiales empleados en la construcción. por lo tanto, se debe verificar que cumplan con los requisitos dados por el INVIAS artículo 500-22. 320-22 y 300-22.
- Antes de instalar el concreto se recomienda la revisión del Módulo de Reacción K con el fin de verificar las hipótesis del diseño. Para tal fin se propone realizar ensayos de placa controlada.
- Se recomienda reforzar las losas irregulares (geometrías con diferencias superiores al 8% en su largo y ancho de la losa) con acero de refuerzo corrugado de ½" cada 0.20 m en ambas direcciones, ubicadas a 1/3 del espesor en la fibra superior e inferior, como medida de control de autofisuración del concreto. También, se recomienda el empleo de este refuerzo en las losas que hacen parte de zonas de paraderos, considerando los efectos de frenado y aceleración de los vehículos.

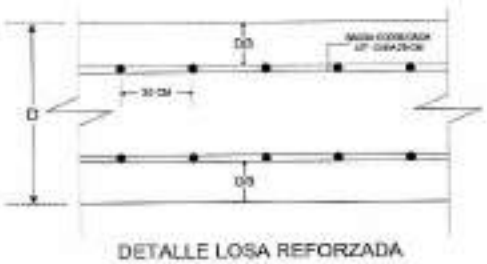


Figura 58. Detalle de las losas reforzadas.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase los 10.00 mm respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto, es la de colocar los pasadores sobre unos soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto.
- El concreto alrededor de los pasadores debe tener la misma compactación que en el resto del pavimento, para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área que se puede fisurar.
- Se recomienda el empleo de protectores de juntas o sellos temporales con el fin de evitar agrietamiento tipo desportillamientos en las juntas que, comúnmente se encuentran en los pavimentos recién construidos.
- Se recomienda dar servicio al tráfico hasta que el concreto alcance una resistencia superior al 100% de la de diseño.
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y preventivo del pavimento para conservar la estructura hasta el periodo final del pavimento, tales como: sellos de juntas, limpieza, revisión de las obras de drenaje, etc.
- Al realizar la modulación de las losas de concreto hidráulico, con el fin de controlar los esfuerzos de alabeo por temperatura se recomienda limitar la esbeltez de la misma, es decir, la relación entre la longitud de la losa (Lx) y su ancho (Ly). Lo ideal es diseñar losas cuadradas, con una relación de esbeltez igual a 1.00, para losas rectangulares la relación de esbeltez debe ser menor a 1.25, según las recomendaciones de la AASHTO.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

10.4. Senderos peatonales.

- Se recomienda utilizar adoquines de 6 cm de altura para las zonas peatonales.
- La arena a utilizar debe ser almacenada de tal manera que se pueda manejar sin contaminarla y donde se pueda proteger de la lluvia, esto último para asegurar que su contenido de humedad sea lo más uniforme posible.
- Antes de la colocación de la capa de arena, se debe verificar el correcto nivel de la capa de mejoramiento, en ningún caso se puede utilizar la capa de arena para compensar irregularidades de la capa anterior.
- No se permite la colocación de adoquines sobre una capa de arena afectada por lluvias o escorrentía, lo que implica que esta capa se debe reemplazar.
- Los adoquines se colocan directamente sobre la capa de arena, asegurándose que las caras laterales generen juntas que no excedan los 5 mm.
- En zonas de pendientes pronunciadas la colocación de los adoquines se debe hacer de abajo hacia arriba.

- Al finalizar la colocación de los adoquines se colocarán ajustes en los espacios que hayan quedado libres contra las estructuras de confinamiento, esto se realiza colocando adoquines previamente partidos según la forma necesaria.
- Se debe compactar los adoquines una vez finalizada su colocación, con por lo menos dos pasadas en diferentes direcciones con una maquina vibrocompactadora de placa. Si no se dispone de estos equipos se pueden utilizar rodillos manuales duplicando el número de pasadas.
- Finalmente se deben sellar las juntas esparciendo la arena en las juntas, este procedimiento se puede alternar con el de compactación, evitando dejar sitios con acumulaciones excesivas de material de sello.

10.5. Recomendaciones para piso interno del edificio de halterofilia.

Para el diseño del pavimento en áreas de halterofilia, según el IDER, se recomienda lo siguiente:

- El espesor de la zona de pisos será determinado de acuerdo con los requerimientos estructurales, y geotécnicamente se recomienda apoyar los pisos sobre mínimo 0.30 m de relleno en material de terraplén tipo INVIAS.
- Utilizar madera sólida o laminada en el área de juego, con un máximo de 20 planchas de madera tratada y un acabado antideslizante para mejorar la seguridad y el rendimiento durante la actividad.
- Construir el área de seguridad con caucho sólido de un espesor mínimo de 3.0 centímetros para absorber impactos y reducir el riesgo de lesiones.
- Utilizar concreto con un acabado en resina sintética en las áreas auxiliares y de circulación, aplicando tres capas de 3 milímetros de espesor cada una, para asegurar una superficie duradera y de fácil mantenimiento.

Para el mantenimiento del piso de caucho:

- Limpiar con agua mediante riego a baja presión para eliminar la suciedad acumulada.
- Evitar el uso de disolventes y agentes químicos agresivos que puedan dañar el material.
- Eliminar acumulaciones de tierra, arena o piedras mediante un barrido suave para mantener la integridad de la superficie.

Para el mantenimiento del piso de madera laminada:

- Retirar previamente la suciedad gruesa, polvo y guijarros con una aspiradora para evitar arañazos al fregar.

- Fregar con un paño ligeramente humedecido, asegurando que no se use un exceso de agua, comparable al efecto de una niebla ligera posada sobre la superficie.
- Complementar con un fregado en seco posterior si se desea, para asegurar un acabado óptimo.

10.6. Recomendaciones para mástiles de iluminación.

- Verificar que la base de la fundación esté adecuadamente nivelada y compactada antes de verter el concreto. Incluir pernos de anclaje bien alineados para la fijación del mástil.
- Asegurarse de que las conexiones eléctricas y cableados cumplan con las normativas de seguridad. Utilizar conductores adecuados y protegerlos contra la intemperie y daños mecánicos.
- Instalar sistemas de puesta a tierra para los mástiles y luminarias para evitar riesgos eléctricos y daños por descargas atmosféricas (pararrayos).
- Asegurar que los niveles de iluminación cumplan con los requerimientos específicos para la práctica de fútbol, generalmente entre 200 y 500 lux para entrenamiento y hasta 1000 lux para competencias oficiales.
- Ajustar las luminarias en ángulos adecuados para maximizar la cobertura de luz y minimizar el deslumbramiento para los jugadores y espectadores.
- Utilizar reflectores o lentes especializados para una distribución uniforme de la luz en toda la cancha, evitando puntos oscuros y sombras.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

10.7. Mantenimiento de las canchas de fútbol en arenilla.

- Debido a la naturaleza erosionable del material arenoso, es crucial realizar el riego regular de la superficie, preferiblemente después de cada partido, para mantenerla en buen estado.
- Cuando la superficie presenta deterioro por el uso continuo y pierde su pendiente, se debe remendar. Para ello, se debe remover la arenilla dañada con una pala o agregar arenilla nueva y, posteriormente, compactar hasta lograr una superficie uniforme.
- En áreas afectadas por maleza, se debe aplicar un herbicida para eliminar las plantas no deseadas y arrancarlas de raíz. Luego, proceder a escarificar, rellenar con material adecuado y compactar la superficie.
- El encharcamiento suele ser causado por deterioro de la superficie o fallas en la nivelación. En estos casos, se debe proceder a renivelar la superficie para solucionar el problema.

10.8. Recomendaciones para las posibles obras de drenaje pluvial.

De acuerdo con el estudio hidrológico e hidráulico se diseñan estructuras correspondientes a tuberías y cunetas, para las cuales se generan las siguientes recomendaciones geotécnicas:

- Se debe realizar mantenimiento continuo a las obras proyectadas y existentes, con el fin de que la acumulación de residuos no afecte su capacidad hidráulica y genere encharcamientos o inundaciones.
- Se deben construir tapas de inspección cada 5.00 m sobre las cunetas.
- Se debe construir tapas de inspección en la mitad de las cunetas con tapa que sirven de interconexión y así facilitar su mantenimiento y limpieza.
- Las zanjas y excavaciones se deben rellenar inmediatamente se coloque la tubería. El apisonado del material alrededor del tubo se debe hacer en forma cuidadosa, para evitar desplazamientos y daños en la tubería.
- Donde se noten desprendimientos durante la excavación, las paredes de la zanja deben ser apuntaladas o acodaladas.
- En cualquier condición la zanja debe quedar libre de agua, antes de hacerse el relleno.
- Para las cunetas que se proyectan construir, se recomienda el uso de material de filtro a su alrededor de 0.10 m de espesor, con geotextil no tejido.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

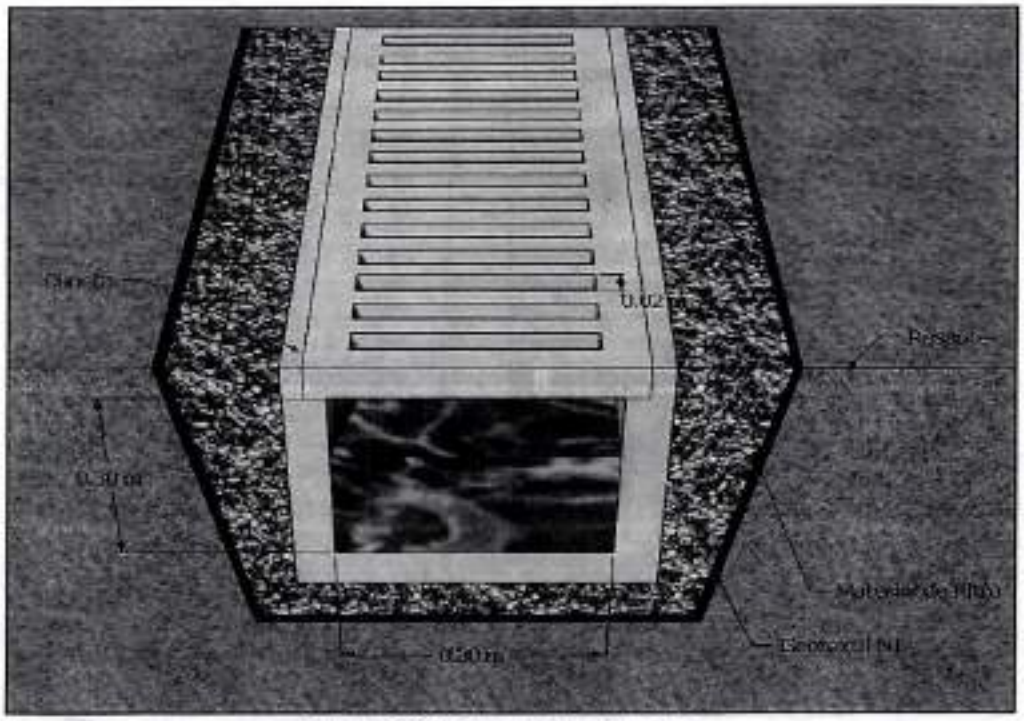


Figura 59. Esquema de cunetas.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

- El material de filtro no debe contener material vegetal u orgánico, materiales tóxicos, susceptibles de combustión, caucho, metales, plásticos o sintéticos, lodos, arcillas expansivas, ni suelos colapsables o solubles. De igual forma no debe poseer sulfatos que deterioren prematuramente el concreto y el acero.
- El material recomendado para utilizar como material de filtro corresponde a material granular, el cual debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1"	25.4	100
(3/4)"	19.1	90 - 100
(3/8)"	9.52	40-100
Nº4	4.76	25 - 40
Nº8	2.38	18 - 33
Nº30	0.59	5 - 15
Nº50	0.297	0 - 7
Nº200	0.074	0 - 3

Tabla 84. Granulometría recomendada para el material de filtro alternativa 1.
Fuente: La Ingeniería de suelos en las vías terrestres, Alfonso Rico R&. Hermilo Del Castillo, 2005.

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	100
1"	25.4	80 - 100
(3/4)"	19.1	65 - 100
(3/8)"	9.52	40 – 80
Nº4	4.76	20 - 55
Nº10	2.00	0 – 35
Nº20	0.840	0 - 20
Nº40	0.420	0 – 12
Nº100	0.149	0 - 7
Nº200	0.074	0 - 5

Tabla 85. Granulometría recomendada para el material de filtro alternativa 2. Fuente: La Ingeniería de suelos en las vías terrestres, Alfonso Rico R&. Hermilo Del Castillo, 2005.

- La base para la cuneta debe ser humedecida y compactada, por métodos manuales o mecánicos, hasta que quede firme antes de vaciar el concreto o colocar los prefabricados.
- Las cunetas deben presentar alineamientos y pendientes uniformes, sin que se presenten quiebres que den mal aspecto o causen empozamientos.
- Por ningún motivo los espaldares de las cunetas pueden quedar descubiertos, éstos deben protegerse con material de relleno, debidamente compactado y perfilado con el terreno adyacente, con pendiente hacia la cuneta.
- El recorrido de las aguas lluvias por las cunetas y las posiciones de las obras de captación deben ser las indicadas en los planos.

10.9. Procedimiento y recomendaciones de construcción.

- Para evitar daños por carbonatación y oxidación del acero de refuerzo se debe realizar la impermeabilización del concreto de las estructuras enterradas.
- Los residuos sólidos se deben disponerse de modo que se cumpla la reglamentación ambiental, se recomienda reducir las emisiones de polvo, la contaminación del agua, y el control de emisiones de gases de los equipos mecánicos usados durante la construcción, es recomendable el reciclaje de todos los materiales que lo permitan.

10.10. Plan de contingencia.

- Con el fin de identificar elementos vulnerables, se deben identificar los predios y vías colindantes, con localización y descripción del proyecto; esto no exime de identificar otros riesgos que puedan surgir durante la construcción del cimiento.

- El constructor debe tener en cuenta los riesgos potenciales del proyecto, previniendo los que puedan surgir durante la construcción y en caso de ser necesario se debe solicitar a esta consultoría una visita para evaluar y prevenir riesgos potenciales.
- Debe contarse con el análisis de trabajo seguro, panorama de riesgos, plan de capacitación en trabajo seguro, manejo de emergencias y cumplimientos de las normas de seguridad industrial y salud ocupacional.
- Se debe elaborar en obra un sistema de contingencia con ayuda del ingeniero estructural y el constructor de manera que se tengan en cuenta los elementos para atender la contingencia y los procedimientos para montar y ejecutar elementos de control.

11. BIBLIOGRAFÍA.

Como parte de este estudio se utilizó la siguiente bibliografía:

- Instituto geográfico Agustín Codazzi. "Estudio general de suelos y zonificación de tierras – Departamento de Córdoba". Imprenta nacional de Colombia. Bogotá D.C. 2009.
- González Vallejo. "Ingeniería geológica", editorial: PRENTICE HALL.
- Braja M. Das. "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones". Thomson Learning.
- Título A Norma Sismo Resistente de 2010, decreto final 2010-01-13.
- Título H Norma Sismo Resistente de 2010, decreto final 2010-01-13.
- Moya Julio, Salazar Ricardo, Gómez Gustavo y Salazar Francisco. "Excavaciones en condiciones complejas". Editorial escuela colombiana de ingeniería.
- Geotecnia y cimientos III "Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia". Editorial Rueda.

12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Las recomendaciones planteadas en el presente estudio se basan en los resultados de las investigaciones de campo y de laboratorio y en los análisis de ingeniería anteriormente descritos. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, está situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Todo el material impreso o digital producto del informe es propiedad de PABLO CASTILLA y no podrá ser empleado o reproducido en forma total o parcial sin el consentimiento de su representante legal.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Ingeniero Civil
Especialista en mecánica de suelos y cimentaciones.
Especialista en ingeniería ambiental.
Especialista en Prevención, atención y reducción de desastres.
Especialista en gerencia para ingenieros.
M.P. 1320251172BLV
Montería, abril de 2025.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

97/R

ANEXO 1.
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTRATIGRAFIA

Consultorías y Ambiente

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 1
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0524048

V1

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (e=0,40 m)
1m	18.21	57.59		26.00%	41.00%	10.00%	ML	PASA NP4 = 100.00% PASA Nº200 = 97.68% LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
2m	17.71	17.01		21.00%	28.00%	9.00%	CL	PASA NP4 = 100.00% PASA Nº200 = 85.27% ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS
2.5m								
3m								
4m			9	18.00%	NL	NP	SM	PASA NP4 = 89.24% PASA Nº200 = 39.39% ARENA LIMOSA PARDO
5m								
6m			11	19.00%	NL	NP	SM	PASA NP4 = 89.47% PASA Nº200 = 20.33% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS

Nivel Freático: 0.80 m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220216876COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 2
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0524048

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesion (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificacion SUCS	Observaciones
0 m								MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (e=0.30 m)
1m	18.30	57.87		27.03%	43.00%	16.00%	ML	PASA NP4 = 100.00% PASA Nº200 = 95.70% LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
2m	19.61	16.84		25.06%	28.00%	9.66%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 93.62% ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS
2.8m								
3m								
4m			10	18.00%	NL	NP	SM	PASA NP4 = 97.18% PASA Nº200 = 17.97% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS
5m								
6m			9	16.00%	NL	NP	SM	PASA NP4 = 99.70% PASA Nº200 = 21.18% ARENA LIMOSA PARDO

Nivel Freático: 0.70 m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220219976SCOR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLY

016

Consultorías y Ambiente

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERIA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERIA

SONDEO Nº: 3
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0624049

Perfil Estratigrafico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (e=0,30 m)
1m	16.48	56.11		28.00%	44.00%	14.00%	ML	PASA Nº4 = 100,00% PASA Nº200 = 95,48% LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
2m	17.24	15.04		27.00%	35.00%	8.00%	CL	PASA Nº4 = 100,00% PASA Nº200 = 94,04% ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD GRIS
3,0m								
4m			10	16.00%	NL	NP	SM	PASA Nº4 = 97,11% PASA Nº200 = 77,61% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS
5m								
6m			9	16.00%	NL	NP	SM	PASA Nº4 = 90,76% PASA Nº200 = 31,26% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS

Nivel Freático: 0,80 m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2200218876SCOR

Ing. Geotecnista PABLO CARTAGENA NEGRETE
M.P. 13202[illegible]

ESTRATIGRAFIA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 4
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0524048

V1

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (e=0.40 m)
1m	18.39	59.12		25.00%	41.00%	5.00%	ML	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 67.15% LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
2m	17.85	17.11		23.00%	30.00%	12.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 58.27% ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS
2.7m								
3m								
4m			9	21.00%	NL	NP	SM	PASA Nº4 = 98.24% PASA Nº200 = 25.81% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS
5m								
6m			11	19.00%	NL	NP	SM	PASA Nº4 = 93.45% PASA Nº200 = 30.23% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS

Nivel Freático: 0.75 m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220219975SCOR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 5
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0524048

V1

Perfil Estratigráfico		Peso Unitario (Kn/m2)	Cohesión (Kn/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
	0 m								MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (a=0.40 m)
	1m	18.49	57.54		27.00%	42.00%	12.00%	ML	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 85.99% LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
	2m	16.66	16.90		33.00%	27.00%	6.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 94.91% ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS
	2.5m								
	3m								
	4m			10	19.00%	NL	NP	SM	PASA Nº4 = 90.76% PASA Nº200 = 10.22% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS
	5m								
	6m			9	18.00%	NL	NP	SM	PASA Nº4 = 95.03% PASA Nº200 = 10.68% ARENA LIMOSA PARDO Y GRIS

Nivel Freático: 0.70 m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 223021867SCOR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 6
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0524048

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (e=0.40 m)
								PASA Nº4 = 100.00%
								PASA Nº200 = 95.06%
1m	18.47	56.58		25.00%	40.00%	10.00%	ML	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS
								PASA Nº4 = 100.00%
								PASA Nº200 = 94.94%
2m	19.18	16.90		24.00%	26.00%	7.00%	CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO
2.6m								
3m								
								PASA Nº4 = 99.73%
								PASA Nº200 = 33.54%
4m			10	19.00%	NL	NP	SM	ARENA LIMOSA GRIS
5m								
								PASA Nº4 = 99.53%
								PASA Nº200 = 18.73%
6m			11	18.00%	NL	NP	SM	ARENA LIMOSA GRIS

Nivel Freático: 0.85 m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220216676COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 13202511728CV

100/2

Consultorías y Ambiente

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECT CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZA BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
SOLICITAI MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO: 1
FECHA: MAYO DE 2024
CODIGO: 0624048

Perfil Estratigráfico	Muestra	w	LL	IP	Granulometria				Clasificación		Observaciones
					No. 4	No.10	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	
0m											MATERIAL DE RELLENO (CONTAMINADO CON ESCOMBROS) (e=0.35 m)
1m 1.2	1	29.00%	40.00%	11.00%	100.00%	100.00%	100.00%	96.63%	ML	A-7-5	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO
1.50m	2	28.00%	36.00%	17.00%	100.00%	100.00%	100.00%	96.49%	CL	A-4	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS

Nivel Freático: 0.70m

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ P
M.P. 2220216578SCOR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

101/1

ANEXO 2.
ENSAYOS DE LABORATORIO (EN CD)

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	[illegible]

Nº1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
KD7	3.68	17.66	15.16	29.90%
VH7	3.69	25.10	20.78	29.87%
LD9	3.71	24.80	20.30	29.21%
HY5	3.80	22.59	18.73	29.85%
				30.09%

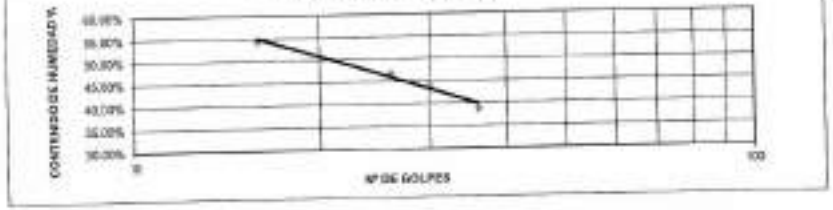
LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
GT4	35	15.15	25.85	23.75	28.07%
L88	30	15.08	24.82	21.70	43.01%
VF4	20	36.08	31.05	29.55	46.86%
L4L	15	14.18	29.02	22.16	58.43%
					41.00%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
ED1	13.46	19.33	17.90	32.21%
GF5	13.56	19.55	17.38	31.23%
A94	13.70	19.35	17.38	31.78%
HG12	13.71	19.79	18.28	33.90%
				31.90%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

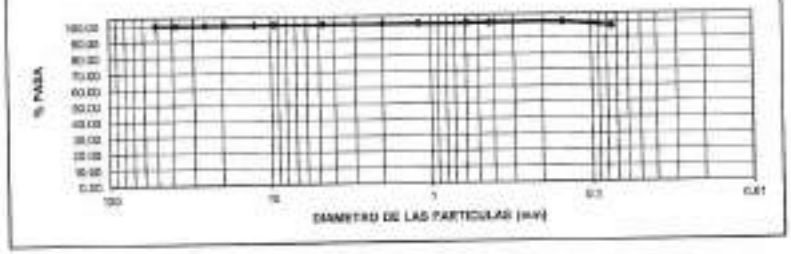


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W ret:	31.15	W ret Nº200+rec:	39.29
W rec + rs	317.75	W ret Nº200:	8.14
W Seca inicial (g)	286.60	Suma W Retenidos	8.14

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	8.14	8.14	2.84	2.84	97.16
Fondo	0.00	278.45	278.45	97.16	100.00	0.00
Total		286.59	286.59			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA [illegible] R.
M.P. [illegible]

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	41%
TAMIZ Nº200:	97.2%	IP:	10%
Clasificación Sistema Unificado :			ML
LIMO DE BAJA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1	V1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CORDOBA	MUESTRA Nº	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00	
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0824049	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AZ6	2.25	21.56	19.08	19.15%
QW4	2.30	23.60	21.12	19.54%
RD8	2.80	20.51	17.19	23.55%
AU1	2.38	22.57	19.07	21.95%
				21.80%

LÍMITE LÍQUIDO

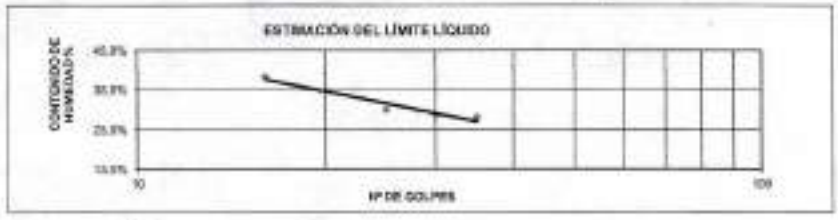
Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
T04	33	28.25	45.09	42.15	28.2%
RD3	30	28.26	44.99	42.16	28.7%
WQ8	25	28.15	46.06	42.15	30.1%
03	18	28.27	45.98	41.35	30.3%
					29.09%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
RF4	30.48	45.15	42.72	19.85%
X57	30.48	45.15	41.96	18.71%
111	30.50	42.15	40.35	18.21%
RD5	30.47	42.10	40.11	20.64%
				19.60%

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		39.05	W ret Nº200+rec:		49.26
W rec + rc:		355.05	W ret Nº200:		10.21
W Seco Inicial [g]		316.00	Suma W Retenidos		10.21
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Peso (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº50	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	10.21	10.21	4.73	4.73	95.27
Fondo	0.00	205.79	205.79	95.27	100.00	0.00
Total		216.00	216.00			





Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 23202166766COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	26%
TAMIZ Nº200:	10.3%	IP:	8%
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

102/

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1	M1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	2.50 - 4.00	
FECHA	MAYO DE 2004	CÓDIGO	[illegible]	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
T05	4.40	25.70	21.80	18.86%
A21	6.12	35.13	30.20	18.37%
CM+	4.35	28.08	23.80	17.73%
E05	4.38	29.06	25.12	18.41%
				18.90%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP



ANALISIS GRANULOMETRICO

W rec:		38.39	W ret Nº004+rec:		224.97	
W rec + ec		428.68	W ret Nº200:		264.55	
W Recipiente (g)		390.29	Suma W Retenidos		264.55	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	3.00	3.00	0.76	0.76	99.24
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.76	99.24
Nº16	1.19	4.16	4.16	1.06	1.82	98.18
Nº30	0.60	46.33	46.31	11.78	13.59	86.41
Nº40	0.43	95.14	98.14	24.19	37.78	62.21
Nº 100	0.15	120.68	120.68	31.06	68.15	30.23
Nº 200	0.08	15.29	15.29	3.89	73.64	26.36
Fondo	0.00	103.88	103.88	26.36	100.00	0.00
Total		393.30	393.30			



Ing. DIANATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 2220219819060CR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	99.2%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	26.0%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO N°	1	V1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA N°	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA	PROFUNDIDAD:	3.50 - 4.00	
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	052404G	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
A54	3.85	25.13	21.75	18.72%
RT4	4.02	37.19	32.90	17.81%
YH7	4.15	29.46	26.35	19.14%
J38	4.01	28.50	24.85	18.89%
				18.89%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente N°	N° de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

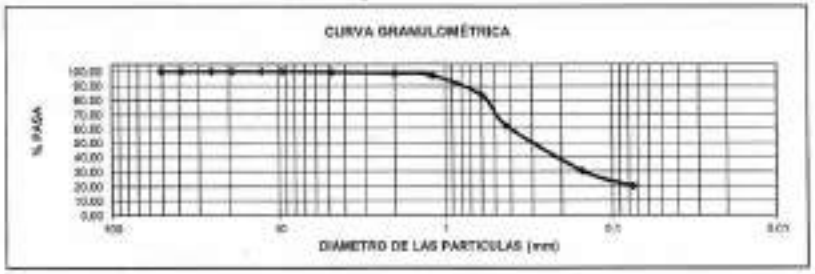
LÍMITE PLASTICO

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

ANALISIS GRANULOMETRICO

W tara:		31.72	W ret N°200+rec:		346.83	
W rec + ra:		428.75	W ret N°200:		315.11	
W Seco Inicial (g)		396.03	Barra W Retenidos		315.11	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	2.11	2.11	0.53	0.53	99.47
N°10	2.00	3.65	3.65	0.92	1.46	98.54
N°16	1.19	5.24	5.24	1.33	2.79	97.22
N°30	0.60	55.20	55.20	13.97	16.76	83.24
N°40	0.43	84.30	84.30	21.34	38.10	61.90
N° 100	0.15	124.41	124.41	31.48	69.59	30.41
N° 200	0.08	40.20	40.20	10.18	79.77	20.23
Fondo	0.00	79.82	79.82	20.23	100.00	0.00
Total		396.03	396.03			





Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220218876SCOR

OBSERVACIONES:

TAMIZ N°4:	99.5%	LL:	NL
TAMIZ N°200:	20.2%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

103/F

Consultorías y Ambiental	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE**	**V1**

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.80
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	052/8049

DESCRIPCIÓN:	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	6.96	cm	Área =	38.08	cm^2
Altura =	12.15	cm	Volúmen =	341.66	cm^3
Peso =	621.24	gr	Peso Unitario =	18.21	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	57.33	KN/m²

Deformación (pulg.-0)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Area Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg/cm²)
10	0.16	6	0.03	0.21	0.61	28.14	0.02
30	0.29	23	0.08	0.63	2.35	28.36	0.08
50	0.41	44	0.13	1.06	4.49	28.38	0.16
70	0.70	70	0.18	1.57	7.14	28.43	0.25
100	0.82	114	0.25	2.06	11.63	28.69	0.40
150	1.39	160	0.38	3.14	16.32	29.00	0.57
200	1.46	203	0.51	4.19	20.71	29.31	0.70
250	3.24	229	0.64	5.23	23.36	29.63	0.81
300	3.73	261	0.76	6.27	26.63	29.97	0.89
350	5.20	281	0.89	7.32	28.67	30.30	0.95
400	5.76	312	1.02	8.36	31.83	30.65	1.04
450	4.20	329	1.14	9.41	33.56	31.00	1.08
500	4.87	342	1.27	10.45	34.89	31.36	1.11
550	5.15	355	1.40	11.50	36.22	31.74	1.14
600	5.83	365	1.52	12.54	37.24	32.11	1.16
650	6.12	374	1.65	13.59	38.16	32.50	1.17
700	6.87	378	1.78	14.63	38.57	32.90	1.17
750	7.03	380	1.91	15.68	38.77	33.31	1.16
800	7.30	380	2.03	16.72	38.77	33.73	1.15
850	8.03	380	2.16	17.77	38.77	34.16	1.13



Ing. CIVIL NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220218076COR

109/k

Consultorías y Ambiental	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE**	**V1**

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524048

DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	6.62	cm	Área =	27.53	cm²
Altura =	11.96	cm	Volumen =	329.20	cm³
Peso =	582.00	gr	Peso Unitario =	17.71	KN/m³
Tipo de Falla =	CONICA		Cohesión =	17.01	KN/m²

Deformación (pulg./3)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo (kg./cm²)
10	0.08	1	0.03	0.21	0.10	27.34	0.00
30	0.30	4	0.08	0.64	0.40	27.70	0.01
50	0.50	7	0.13	1.06	0.70	27.82	0.03
70	0.67	10	0.18	1.50	1.00	27.97	0.04
100	0.75	20	0.20	2.13	2.00	28.13	0.07
150	1.24	43	0.38	3.18	4.30	28.43	0.15
200	1.72	34	0.51	4.29	5.40	28.74	0.19
250	2.18	63	0.64	5.37	6.30	29.01	0.22
300	2.63	71	0.78	6.37	7.10	29.46	0.24
350	3.10	77	0.89	7.43	7.70	29.74	0.26
400	3.57	84	1.02	8.48	8.40	30.08	0.28
450	4.05	88	1.14	9.56	8.80	30.43	0.29
500	4.53	94	1.27	10.62	9.40	30.80	0.31
550	5.00	98	1.40	11.66	9.80	31.13	0.32
600	5.58	103	1.53	12.74	10.30	31.54	0.33
650	5.98	107	1.65	13.80	10.70	31.90	0.34
700	6.48	110	1.76	14.67	11.00	32.15	0.34
750	6.82	113	1.91	16.03	11.30	32.74	0.35



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2320216878CDOR

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524043

M1

HUMEDAD NATURAL

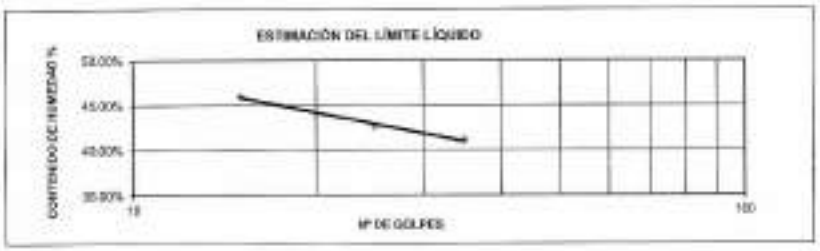
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AZY0	6.68	18.75	16.35	22.28%
RD12	6.00	19.20	16.35	28.09%
MJ11	6.35	19.15	15.40	27.36%
IH9	5.98	19.05	16.37	28.15%
				27.69%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
ST1	35	15.10	26.40	23.43	41.30%
QA4	28	16.52	26.20	23.31	42.58%
JU5	20	16.09	24.15	21.78	44.64%
DJ8	15	16.28	25.45	22.68	45.02%
					43.66%

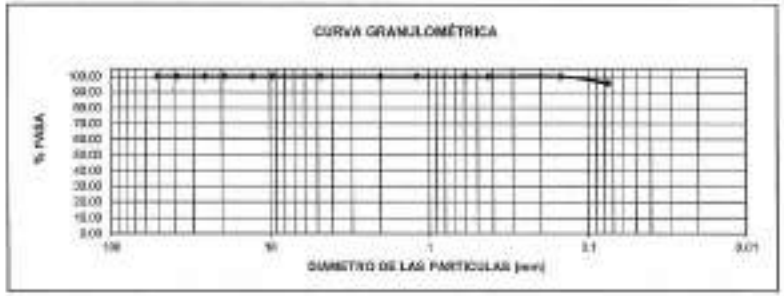
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AZ1	16.45	28.90	26.01	28.00%
LN7	16.60	29.20	26.75	28.42%
DR6	15.84	27.15	25.01	27.40%
UV7	15.75	28.01	25.03	30.26%
				28.06%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec		23.50	W ret Nº200+rec:		32.68	
W rec + ret:		236.20	W ret Nº200:		9.18	
W Seco Inicial (g)		212.70	Suma W Retenidos		9.18	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	9.18	9.18	4.30	4.30	95.70
Fondo	0.00	203.52	203.52	95.70	100.00	0.00
Total		212.70	212.70			



Ing. DIEGO NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2320018078COR

OBSERVACIONES

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	43%
TAMIZ Nº200:	95.7%	IP:	16%
Clasificación Sistema Unificado :			ML
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental	PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1
	LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	7
	CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
	FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524348

V1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
DL7	10.15	26.85	24.73	34.13%
YF1	10.26	27.01	24.90	35.78%
Y68	10.20	26.36	25.00	32.33%
L08	10.07	27.41	25.18	25.08%
				25.68%

LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
L98	33	17.21	33.90	28.15	27.2%
FR4	30	17.45	32.40	29.10	28.3%
DE1	25	17.20	32.20	29.00	28.6%
L08	15	17.35	32.10	28.75	29.8%
					28.00%

LIMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
A91	8.56	24.65	21.85	18.30%
D03	8.26	23.62	20.75	18.94%
RG3	8.11	23.15	20.25	18.81%
J84	8.52	24.60	21.45	21.13%
				18.80%

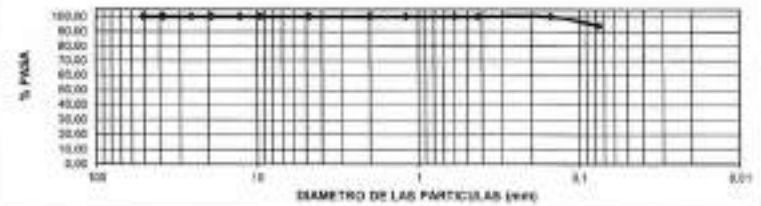
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W ret:		35.70	W ret Nº200+ret:		35.82
W ret + ret:		178.00	W ret Nº200:		0.12
W Seco Inicial (g)		143.30	Barra W Retenidos		0.12
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	0.12	0.12	0.08	0.08	99.92
Fondo	0.00	140.78	140.78	99.92	100.00	0.00
Total		140.90	140.90			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil MATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 23202796TBSCOR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	28%
TAMIZ Nº200:	99.9%	IP:	8%
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

105/T

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PANDERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	3.50 - 4.00
FECHA	MAYO DE 2021	CÓDIGO	[illegible]

M1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
SX	5.15	22.18	19.65	15.25%
HHS	5.48	22.01	20.16	12.59%
KK	5.66	21.95	19.55	11.09%
HHI	5.48	21.75	18.95	20.64%
				16.08%

LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

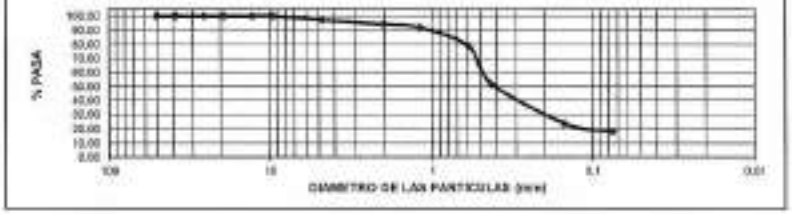
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W rec:		30.00	W ret Nº200 lavado:		460.51	
W rec + rs:		541.30	W ret Nº200:		415.01	
W Seca Inicial (g)		511.30	Suma W Retenidos		415.01	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	14.70	14.70	2.88	2.88	97.12
Nº10	2.00	15.05	15.05	2.95	5.84	94.16
Nº16	1.19	11.70	11.70	2.29	8.13	91.87
Nº30	0.60	66.60	66.60	13.04	21.17	78.83
Nº40	0.42	104.50	138.05	27.12	48.30	51.70
N ° 100	0.15	143.55	143.55	28.12	76.43	23.57
N ° 200	0.08	38.60	38.60	8.00	82.03	17.97
Fondo	0.00	91.79	91.79	17.97	100.00	0.00
Total		510.99	519.99			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. CINTHIA HERNANDEZ R.
M.P. 2320218676COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ N°4:	97.1%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	17.97%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	2	VI
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA	MUESTRA Nº	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	5.50 - 6.00	
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0324046	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
A24	4.16	21.80	19.35	15.45%
M47	4.20	22.12	19.01	17.03%
GT5	4.16	21.50	18.65	19.67%
UT9	4.17	21.82	19.17	17.68%
				18.69%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

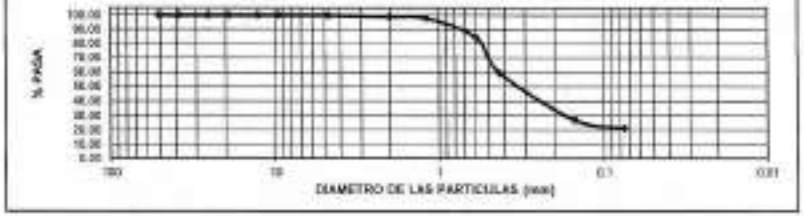
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANALISIS GRANULOMETRICO

W rec:		32.18	W rec Nº200+rec:		397.04	
W rec + m:		696.18	W rec Nº200:		365.04	
W Seco Inicial (g):		464.05	Suma W Retenidos:		365.04	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (g)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	1.12	1.12	0.24	0.24	99.76
Nº10	2.00	0.20	5.20	1.12	1.36	98.64
Nº16	1.18	0.19	5.15	1.11	2.47	97.53
Nº30	0.60	61.15	61.15	13.18	15.65	84.35
Nº40	0.43	118.30	118.30	25.49	41.15	58.85
Nº 100	0.15	149.23	149.23	32.16	73.30	26.70
Nº 200	0.08	26.69	26.69	5.84	79.84	21.16
Fondo	0.00	98.22	98.22	21.16	100.00	0.00
Total		464.05	464.05			

CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ #4:	99.8%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	21.2%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220218876SCOR

OBSERVACIONES:

106/2

	PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE	V1

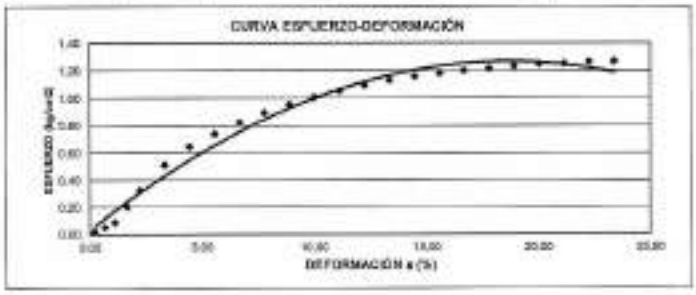
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	2
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 – 1.00
FECHA:	MAYO DE 2004	CÓDIGO	ES24048

DESCRIPCIÓN:	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.08	cm	Area =	20.26	cm^2
Altura =	11.40	cm	Volumen =	323.35	cm^3
Peso =	506.85	gr.	Peso Unitario =	16.56	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	57.07	KN/m^2

Deformación (pulg-3)	Tiempo (min)	Carga (N)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg/cm^2)
10	0.16	4	0.03	0.22	0.41	20.69	0.02
50	0.33	12	0.08	0.67	1.22	20.68	0.06
80	0.38	21	0.13	1.11	2.15	20.67	0.09
70	0.50	48	0.19	1.67	4.92	20.70	0.20
100	0.71	78	0.25	2.22	7.99	20.71	0.33
150	1.27	125	0.30	2.64	12.81	20.75	0.51
200	1.70	169	0.51	4.48	18.02	20.79	0.65
250	3.20	188	0.64	5.57	19.26	20.84	0.74
300	3.65	208	0.76	6.68	20.92	20.79	0.82
350	3.16	228	0.89	7.80	22.93	20.83	0.89
400	3.56	248	1.02	8.91	24.93	20.81	0.96
450	4.38	262	1.14	10.03	26.28	20.88	1.00
500	4.89	277	1.27	11.14	27.70	20.90	1.05
550	5.03	291	1.40	12.26	29.13	20.94	1.09
600	5.63	304	1.52	13.37	30.45	20.93	1.10
650	5.86	315	1.65	14.48	31.59	21.02	1.16
700	6.36	324	1.78	15.60	32.46	21.02	1.16
750	6.85	333	1.91	16.71	33.33	21.02	1.20
800	7.38	343	2.03	17.82	34.33	21.14	1.23
850	7.87	356	2.16	18.94	35.64	21.18	1.31
900	8.33	368	2.29	20.05	36.90	21.18	1.24
950	8.82	364	2.41	21.17	36.40	21.12	1.25
1000	9.37	370	2.54	22.28	37.20	21.16	1.26
1050	9.72	377	2.67	23.39	37.70	21.01	1.30
1100	10.20	383	2.79	24.51	38.30	21.17	1.27



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2202216878COR

107/1

Consultorías y Ambiental

PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE

V1

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	2
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO:	0534049

DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
	PARDO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.51	cm	Area =	23.84	cm^2
Altura =	13.32	cm	Volumen =	317.61	cm^3
Peso =	502.15	gr	Peso Unitario =	15.81	kN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	15.64	kN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (lb.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Area Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg./cm^2)
10	0.10	5	0.03	0.24	0.50	27.89	0.02
20	0.25	8	0.05	0.73	0.80	27.72	0.03
30	0.42	14	0.10	1.23	1.40	27.87	0.05
75	0.68	18	0.19	1.63	1.80	28.04	0.06
100	0.80	23	0.25	2.44	2.30	28.21	0.08
150	1.23	35	0.38	3.66	3.50	28.57	0.12
200	1.72	44	0.51	4.88	4.40	28.84	0.15
250	2.02	53	0.64	6.11	5.30	29.22	0.18
300	2.67	61	0.76	7.33	6.10	29.30	0.21
350	3.12	68	0.89	8.55	6.80	30.10	0.23
400	3.60	75	1.02	9.77	7.50	30.01	0.25
450	4.12	81	1.14	10.99	8.10	30.62	0.26
500	4.58	87	1.27	12.21	8.70	31.35	0.28
550	5.03	93	1.40	13.43	9.30	31.60	0.29
600	5.52	97	1.52	14.65	9.70	32.35	0.30
650	5.97	101	1.65	15.86	10.10	32.72	0.31
700	6.27	104	1.78	17.10	10.40	33.29	0.31
750	6.68	104	1.91	18.32	10.40	33.76	0.31
800	7.08	104	2.03	19.54	10.40	34.21	0.30



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 23002-167762COR

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO N°	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA N°	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524048

VI

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
HY4	8.30	19.35	16.40	28.21%
IX9	8.83	19.15	16.48	25.71%
EDD	8.45	19.49	16.52	28.60%
5%	8.76	19.58	16.68	27.31%
				28.80%

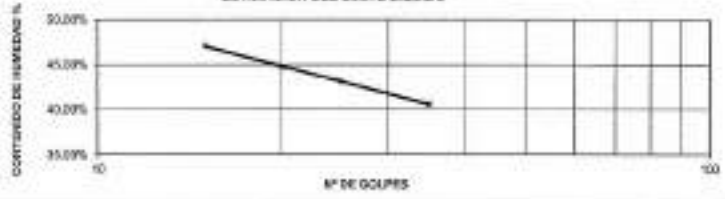
LIMITE LÍQUIDO

Recipiente N°	N° de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AZ5	35	16.35	29.66	23.35	43.08%
IN8	25	16.45	25.11	23.20	43.08%
ED9	20	16.25	24.55	21.85	44.04%
077	15	16.38	25.65	22.85	47.39%
					44.96%

LIMITE PLÁSTICO

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
530	17.45	20.75	20.02	28.32%
F87	17.70	22.65	21.06	28.65%
HY3	16.80	17.40	17.21	32.20%
IX6	16.61	16.89	16.06	28.94%
				29.06%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W suc:	22.02	W ret N°200+roc:	41.13
W rec + ro:	226.15	W ret N°200:	0.21
W Seco Inicial (g)	200.03	Suma W Retenidos	9.31

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 200	0.08	9.21	9.21	4.62	4.62	95.40
Fondo	0.00	184.48	184.48	95.48	100.00	0.00
Total		203.01	203.01			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 223201957258COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ N°4:	100.0%	LL:	43%
TAMIZ N°200:	95.5%	IP:	14%
Clasificación Sistema Unificado :			ML
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD			

Consultorías y Ambiental

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	3	VI
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA.	MUESTRA Nº	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00	
FECHA:	MAYO DE 2021	CÓDIGO	052408	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AZ8	16.46	28.80	24.05	26.35%
PR6	16.49	27.21	24.19	28.14%
W8	16.47	28.25	25.15	26.84%
W16	16.47	27.30	23.19	25.20%
				27.80%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
FR1	35	17.45	32.30	29.21	26.4%
T07	30	17.50	32.84	29.51	27.7%
AZ6	25	17.35	32.64	29.04	28.0%
U8	15	17.25	34.14	29.68	34.0%
					36.06%

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
GW7	6.45	24.65	21.30	22.46%
DC8	6.38	24.65	21.30	21.85%
RP6	6.18	23.45	21.24	21.20%
1R4	6.44	23.01	21.42	20.44%
				22.09%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W ret:		26.73	W ret Nº200+rec:		35.82	
W ret + rr:		170.02	W ret Nº60:		9.12	
W Seco Inicial (g)		182.66	Suma W Retenidos		9.12	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	0.12	0.12	0.06	0.06	94.94
Fondo	0.00	143.83	143.83	94.94	100.00	0.00
Total		152.55	152.55			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 223201860766CDR

OBSERVACIONES

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	36%
TAMIZ Nº200:	94.0%	IP:	8%
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

100/12

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA LIMSAS DEPORTIVA	SONDEO N°	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CORDOBA	MUESTRA N°	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	3.00 - 4.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	(52484)

M1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
005	6.58	22.18	16.80	16.82%
H16	6.44	22.06	16.85	16.49%
017	6.38	21.92	16.80	16.87%
POLT	6.47	21.74	16.50	16.41%
				16.60%

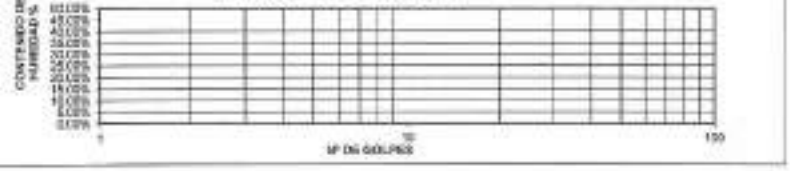
LIMITE LIQUIDO

Recipiente N°	N° de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

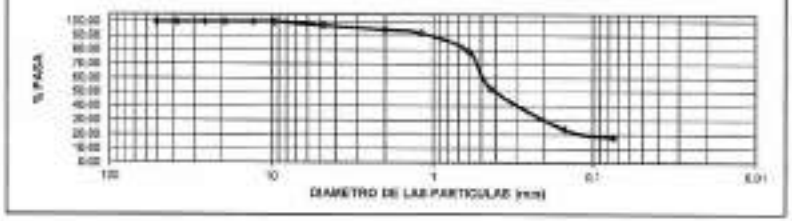
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANALISIS GRANULOMETRICO

W rec:		30.50	W rec N°200+rec:		450.26	
W rec + ms:		241.22	W rec N°200:		419.76	
M Seco Inicial (g)		910.73	Suma M Retenidos		419.76	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Peso (%)
3"	80.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	14.25	14.25	2.89	2.89	97.11
N°10	2.00	15.11	15.11	2.99	5.85	94.15
N°18	1.18	11.60	11.60	2.30	8.15	91.84
N°30	0.60	66.60	66.60	13.04	21.20	78.80
N°40	0.43	138.70	138.70	27.16	48.35	51.65
N° 100	0.15	143.70	143.70	28.14	76.49	23.51
N° 200	0.08	29.10	29.10	5.70	82.19	17.81
Fondo	0.00	90.89	90.89	17.01	100.00	0.00
Total		910.73	910.73			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. CHENATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 2200216676COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ N°4:	97.1%	LL:	NL
TAMIZ N°200:	17.8%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CORDOBA	MUESTRA Nº	4
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	5.50 - 6.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	052404B

VI

Consultorías y Ambiental

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
EF4	5.15	21.65	19.35	17.61%
GM6	5.20	22.05	19.45	18.25%
VB3	5.34	22.58	20.10	18.51%
UT9	5.33	22.09	19.83	18.43%
				18.08%

LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

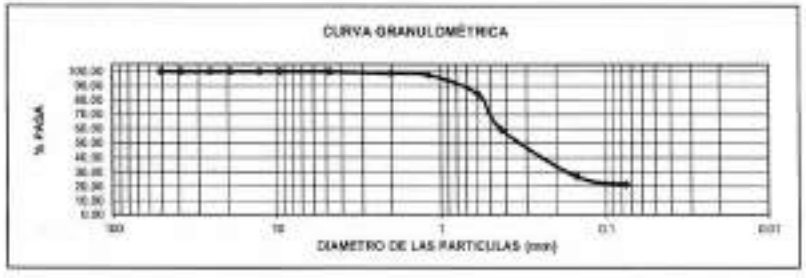
LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

ANALISIS GRANULOMETRICO

W mm:		32.12	W ret Nº200+rec:		387.50	
W rec + cc:		460.18	W ret Nº200:		355.38	
W Seco Inicial (g)		464.00	Suma W Retenidos		355.38	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.6	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	1.10	1.10	0.24	0.24	99.76
Nº10	2.00	5.20	5.20	1.12	1.36	98.64
Nº16	1.19	5.33	5.33	1.13	2.49	97.52
Nº30	0.60	81.15	81.15	13.10	15.66	84.34
Nº40	0.42	118.50	118.50	26.54	41.20	58.80
Nº 100	0.15	149.25	149.25	32.95	73.38	26.64
Nº 200	0.08	29.85	34.05	5.96	79.74	21.26
Fondo	0.00	98.85	96.68	21.26	100.00	0.00
Total		464.18	464.36			





TAMIZ Nº4:	99.8%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	21.3%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

Ing. Civ. NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 2320214607CORI

OBSERVACIONES:

109/F

	PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE	V1

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	3524048

DESCRIPCIÓN:	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.99	cm	Área =	28.18	cm^2
Altura =	11.25	cm	Volumen =	317.09	cm^3
Peso =	586.05	gr	Peso Unitario =	18.48	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	56.11	KN/m^2

Deformación (pulg -0)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg/cm^2)
10	0.10	4	0.03	0.23	0.40	28.71	0.02
20	0.20	11	0.08	0.68	1.10	28.83	0.04
30	0.30	21	0.13	1.13	2.10	28.92	0.08
40	0.40	47	0.18	1.68	4.70	29.06	0.16
50	0.50	77	0.23	2.08	7.70	29.17	0.26
100	1.27	123	0.38	3.38	12.30	29.52	0.42
200	1.70	156	0.51	4.52	15.60	29.76	0.52
300	2.20	181	0.64	5.64	18.10	29.97	0.60
400	2.65	203	0.76	6.77	20.30	30.24	0.67
500	3.10	223	0.89	7.90	22.30	30.53	0.67
600	3.58	240	1.02	9.03	24.00	30.81	0.78
700	4.08	256	1.14	10.15	25.60	31.11	0.82
800	4.58	270	1.27	11.28	27.00	31.41	0.86
900	5.05	284	1.40	12.42	28.40	31.72	0.90
950	5.53	296	1.52	13.55	29.60	32.04	0.92
1000	5.98	307	1.65	14.68	30.70	32.36	0.95
1100	6.38	316	1.78	15.80	31.60	32.68	0.97
1200	6.85	326	1.91	16.93	32.60	33.00	0.99
1300	7.35	334	2.03	18.06	33.40	33.33	1.00
1400	7.87	341	2.16	19.19	34.10	33.74	1.01
1500	8.33	348	2.29	20.32	34.80	34.15	1.02
1600	8.82	355	2.41	21.45	35.50	34.56	1.03
1700	9.27	362	2.54	22.58	36.20	34.98	1.04
1800	9.73	368	2.67	23.71	36.80	35.39	1.04
1900	10.20	373	2.79	24.84	37.30	35.81	1.04



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220216578CORI

110/r

Consultorías y Ambiente

PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE

V1

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	3
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524048

DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
	CH(o)

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.48	cm	Area =	23.57	cm²
Altura =	12.00	cm	Volumen =	282.86	cm³
Peso =	306.31	gr.	Peso Unitario =	17.24	KN/m³
Tipo de Falla =	ÚNICA		Cohesión =	15.54	KN/m²

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (lb.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo (kg./cm²)
10	0.10	5	0.03	0.24	0.30	21.59	0.02
30	0.20	9	0.08	0.70	0.90	21.73	0.03
50	0.43	14	0.13	1.23	1.40	21.87	0.03
75	0.58	19	0.19	1.63	1.90	22.04	0.06
100	0.80	29	0.25	2.44	2.90	22.21	0.06
150	1.23	35	0.38	3.66	3.50	22.57	0.12
200	1.75	44	0.51	4.88	4.40	22.94	0.19
250	2.23	53	0.64	6.11	5.30	23.32	0.19
300	2.67	61	0.76	7.33	6.10	23.70	0.21
350	3.13	68	0.89	8.53	6.80	24.10	0.23
400	3.60	75	1.03	9.77	7.50	24.51	0.23
450	4.10	81	1.14	10.99	8.10	24.93	0.26
500	4.58	87	1.27	12.21	8.70	25.36	0.26
550	5.03	92	1.40	13.43	9.20	25.80	0.28
600	5.53	97	1.52	14.65	9.70	26.26	0.28
650	5.97	101	1.65	15.88	10.10	26.72	0.31
700	6.21	104	1.78	17.10	10.40	26.96	0.31
750	6.83	104	1.91	18.32	10.40	26.70	0.31
800	7.33	104	2.01	19.04	10.40	24.21	0.30



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 23302156763COR

Consultorías y Ambiente

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	4
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	032024

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
GM4	3.95	31.12	17.80	23.97%
DF8	3.85	28.12	16.76	24.86%
JJ7	4.10	32.15	19.45	24.10%
HV8	3.87	33.13	19.35	24.71%
				25.90%

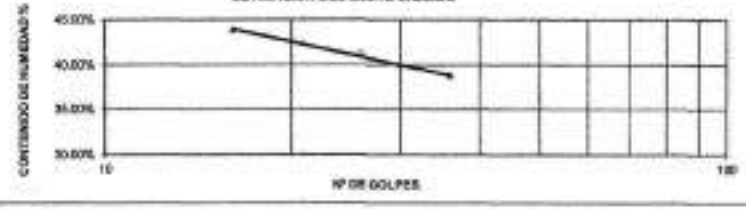
LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AS7	35	15.90	25.84	22.90	35.68%
GF9	30	15.10	26.20	22.32	39.89%
GH4	28	26.10	42.81	36.24	41.35%
WE8	15	15.10	26.65	23.13	43.84%
					45.96%

LIMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AS3	14.01	25.95	19.85	33.90%
DF4	14.75	18.80	18.06	32.50%
UD	19.06	25.20	20.50	31.19%
GM	14.66	21.94	19.45	34.64%
				33.80%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec		32.24	W ret Nº80+rec		48.36	
W rec + ret		312.75	W ret Nº200		0.14	
W Seco inicial (g)		280.51	Suma W Retenidos		0.14	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Peso (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 200	0.08	0.14	0.14	2.80	2.80	97.15
Fondo	0.00	277.37	277.37	97.15	100.00	0.00
Total		280.51	280.51			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. CINE NATHALIA HERNANDEZ R.
MP. 23202186705CDR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	47%
TAMIZ Nº200:	97.1%	IP:	9%
Clasificación Sistema Unificado :			ML
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE LA LINEAD DEPORTIVA	SONDEO N°	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERIA CÓRDOBA	MUESTRA N°	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	823-0245

Consultorías y Ambiental

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
W5	8.00	30.28	25.89	23.04%
D8	8.00	35.38	34.08	23.46%
G81	8.00	33.78	30.55	23.65%
L8	8.00	37.18	33.11	23.33%
				23.09%

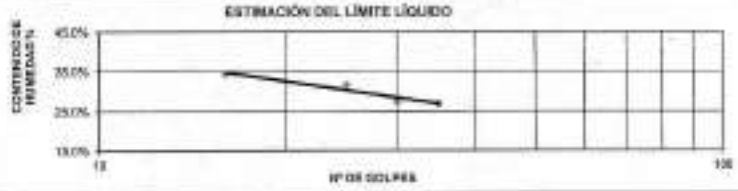
LIMITE LÍQUIDO

Recipiente N°	N° de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
A58	33	7.18	31.57	26.48	27.0%
GE7	30	7.28	33.91	28.05	27.4%
WE7	25	7.22	35.38	29.28	31.6%
PR8	19	7.25	33.03	28.18	34.3%
					30.08%

LIMITE PLASTICO

Recipiente N°	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
F2	8.30	33.07	28.40	17.12%
N7	8.49	31.31	26.92	16.37%
A6	8.42	29.79	25.16	17.31%
C8	8.40	30.03	25.40	19.82%
				18.80%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W inic:	316.00	W ret N°200+rec:	49.28		
W rec + ret:	255.65	W ret N°200:	33.21		
W Seco Inicial (g)	316.00	Suma W Retenidos	93.21		
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 200	0.08	10.21	10.21	4.73	4.73	95.27
Fondo	0.00	205.79	205.79	95.27	100.00	0.00
Total		216.00	216.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. GHINATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 2220218876CDR

OBSERVACIONES:

TAMIZ N°4:	100.0%	LL:	30%
TAMIZ N°200:	95.3%	IP:	13%
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

1 1 / 2

Consultorías y Ambiental

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	6
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	3.00—4.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	CDU-018

M1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
F7	4.44	25.40	21.86	20.88%
68	6.13	34.10	28.82	23.75%
W9	4.37	26.42	22.32	22.04%
G01	4.22	29.08	24.84	21.06%
				21.08%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP



ANALISIS GRANULOMETRICO

W rec:		35.40	W ret Nº200+rec:		324.68	
W rec + m:		425.71	W ret Nº200:		289.28	
W Seco Inicial (g)		390.31	Suma W Retenidos		289.28	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.6	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	2.98	2.98	0.76	0.76	99.24
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.76	99.24
Nº16	1.19	4.15	4.15	1.06	1.83	98.17
Nº30	0.60	46.29	46.29	11.86	13.69	86.31
Nº40	0.43	85.13	85.13	21.81	35.50	64.50
Nº 100	0.15	125.71	125.71	32.21	67.71	32.29
Nº 200	0.08	15.30	15.30	3.92	71.63	28.37
Fondo	0.00	110.73	110.73	28.37	100.00	0.00
Total		390.31	390.31			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2320216ETBOCR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	99.2%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	28.0%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	+
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	+
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	5.50 - 6.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	[illegible]

VT

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
P14	4.58	35.66	32.06	20.06%
A50	4.62	37.91	32.05	16.06%
L33	4.66	34.06	31.13	15.12%
H2	4.77	28.18	25.26	19.03%
				19.09%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W rec:		31.68	W rec Nº200+rec:		348.78	
W rec + m:		428.70	W rec Nº236:		315.00	
W Masa Inicial (g)		396.91	Suma W Retenidos		315.00	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
[3/4]"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
[1/2]"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
[3/8]"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	2.16	2.16	0.55	0.55	99.45
Nº10	2.00	3.70	3.70	0.94	1.49	98.52
Nº16	1.19	5.21	5.21	1.32	2.80	97.20
Nº30	0.60	55.22	55.22	13.98	16.78	83.22
Nº40	0.43	84.30	84.30	21.34	38.12	61.88
Nº 100	0.15	124.30	124.30	31.47	69.58	30.41
Nº 200	0.08	40.20	40.20	10.18	79.77	20.23
Fondo	0.00	79.82	79.82	20.23	100.00	0.00
Total		396.91	396.91			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ H
M.P. 23202186705COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	99.5%	GU:	NL
TAMIZ Nº200:	20.2%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

1/2/4

Consultorías y Ambiental	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

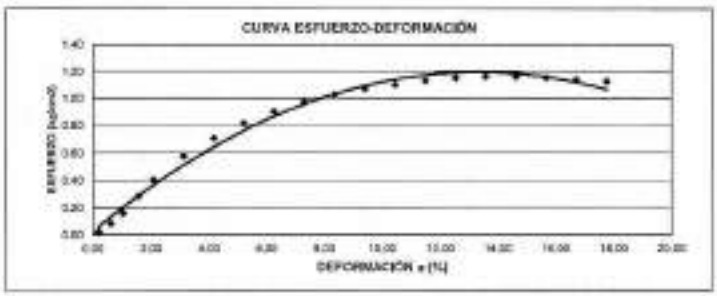
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	**SONDEO Nº:**	4
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA	**PROFUNDIDAD:**	0.60 - 1.00
FECHA:	MAYO DE 2024	**CÓDIGO**	0324048

DESCRIPCIÓN:	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.05	cm	Área =	27.81	cm^2
Altura =	13.16	cm	Volumen =	337.53	cm^3
Peso =	621.29	gr.	Peso Unitario =	18.39	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	55.12	KN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg/cm^2)
10	0.10	0	0.03	0.21	0.00	27.98	0.00
30	0.30	23	0.08	0.63	2.30	27.98	0.08
60	0.47	44	0.15	1.06	4.40	28.10	0.16
75	0.70	78	0.18	1.37	7.80	28.28	0.28
100	0.90	114	0.25	2.09	11.40	28.46	0.40
150	1.30	186	0.38	3.14	18.60	28.71	0.67
200	1.66	205	0.51	4.18	20.50	29.02	0.71
250	2.25	238	0.64	5.23	23.80	29.34	0.81
300	2.70	267	0.76	6.27	26.70	29.67	0.90
350	3.30	291	0.89	7.32	29.10	30.00	0.97
400	3.70	312	1.02	8.36	31.20	30.34	1.03
450	4.30	328	1.14	9.41	32.80	30.69	1.07
500	4.87	343	1.27	10.45	34.30	31.05	1.10
550	5.15	356	1.40	11.50	35.60	31.42	1.13
600	5.63	368	1.52	12.54	36.80	31.79	1.16
650	6.12	374	1.65	13.59	37.40	32.18	1.16
700	6.37	378	1.78	14.63	37.80	32.57	1.16
750	7.03	382	1.91	15.68	38.20	32.98	1.16
800	7.50	388	2.03	16.72	38.80	33.39	1.16
850	8.02	388	2.16	17.77	38.80	33.81	1.15



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 22302-166755CDR

113/1

Consultorías y Ambiental	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	4
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524043

DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
	PARDO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.98	cm	Área =	27.34	cm^2
Altura =	11.99	cm	Volumen =	326.57	cm^3
Peso =	562.32	gr	Peso Unitario =	17.22	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	17.11	KN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (un.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo ($kg./cm^2$)
10	0.08	1	0.03	0.21	0.10	27.40	0.00
30	0.20	4	0.08	0.64	0.40	27.62	0.01
40	0.33	7	0.13	1.07	0.70	27.63	0.03
70	0.33	18	0.18	1.50	1.80	27.76	0.06
100	0.75	26	0.25	2.14	2.60	27.84	0.09
150	1.33	43	0.38	3.20	4.30	28.24	0.15
200	1.75	34	0.51	4.27	5.60	28.96	0.19
250	2.16	63	0.64	5.34	6.30	28.88	0.22
300	2.63	71	0.76	6.41	7.10	29.21	0.24
350	3.16	77	0.89	7.48	7.70	29.55	0.26
400	3.87	84	1.02	8.54	8.40	29.88	0.28
450	4.08	88	1.14	9.61	8.80	30.25	0.29
500	4.33	94	1.27	10.68	9.40	30.61	0.31
550	5.00	99	1.40	11.75	9.90	30.98	0.32
600	5.58	103	1.53	12.82	10.30	31.38	0.33
650	5.96	107	1.65	13.89	10.70	31.79	0.34
700	6.48	112	1.78	14.95	11.20	32.13	0.34
750	6.83	113	1.91	16.02	11.30	32.56	0.35



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 23202-196765CDR

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	5	V1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	1	
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.00	
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0024348	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
X3	4.02	34.50	30.02	27.28%
W9	3.89	31.56	27.16	27.44%
X8	4.08	18.16	15.98	28.05%
X1	3.98	18.65	16.21	27.14%
				27.08%

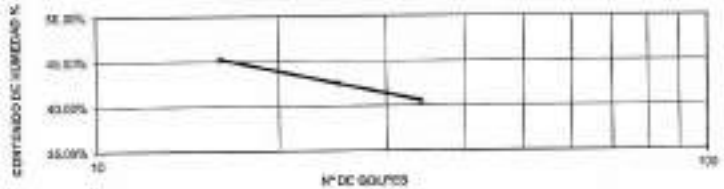
LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
G7	34	10.10	25.15	21.85	48.49%
J8	30	13.60	34.61	31.02	41.81%
S1	25	12.98	33.19	30.45	42.55%
C4	18	13.06	34.50	31.20	45.21%
					42.09%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
W12	13.79	17.85	16.74	38.51%
W1	15.67	19.50	18.32	38.26%
A3	13.75	17.21	16.20	36.85%
T4	13.09	16.15	15.05	33.80%
				36.86%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W rec:		20.04	W ret Nº200+rec:		26.09
W rec + mc:		359.41	W ret Nº200:		6.14
W Seco Inicial (g):		185.07	Suma W Retenidos:		6.14
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	2.04	2.04	1.10	1.26	98.74
Nº 200	0.08	8.80	8.80	3.87	4.94	95.06
Fondo	0.00	175.03	175.03	95.06	100.00	0.00
Total		185.07	185.07			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA FERNANDEZ R
M.P. 2282018578COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	42%
TAMIZ Nº200:	95.1%	IP:	15%
Clasificación Materia Unificado :			ML
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRIA

Consultorías y Ambiental	PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	S
	LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	M
	CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00
	FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	052404M5

V1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
P4	4.65	22.65	18.08	26.08%
CP2	3.77	19.65	15.99	24.64%
L9	3.65	25.04	21.52	25.01%
WS4	3.80	22.75	18.95	25.21%
				25.08%

LIMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
WS4	34	13.80	23.90	21.60	26.1%
RF7	30	13.70	23.90	21.15	26.3%
HY9	26	13.60	24.01	21.00	27.2%
1H	17	13.50	25.80	22.45	29.0%
					27.09%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
H13	13.44	18.42	17.58	20.67%
H36	14.11	20.85	19.06	21.47%
H11	13.00	18.62	17.38	20.12%
T38	13.71	20.15	18.23	20.38%
				21.08%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		31.58	W ret Nº200+rec:		36.23	
W rec + m:		168.70	W ret Nº200:		0.80	
W Seca Inicial (g)		105.30	Suma W Retenidos		6.80	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.6	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	6.80	6.80	6.09	6.09	94.91
Fondo	0.00	106.97	126.47	94.91	100.00	0.00
Total		105.30	130.36			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2202216676COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	27%
TAMIZ Nº200:	94.9%	IP:	5%
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

1 de 1

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	S
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRIMAVERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	3.50 - 4.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	[illegible]

VI

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
CM4	3.01	33.23	30.45	19.28%
PR3	4.04	34.23	31.65	16.98%
HT4	3.05	19.08	17.35	16.68%
CD7	4.04	26.76	22.38	34.48%
				16.89%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmedo + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

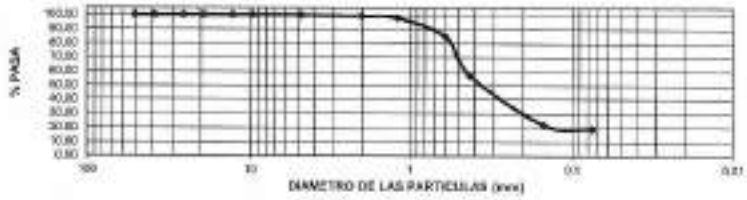
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANALISIS GRANULOMETRICO

W ser:	30.41	W rel Nº200+rec:		385.52	
W rec + rs:	423.93	W rel Nº200:		355.12	
W Seco Inicial (g)	423.93	Suma W Retenidos		355.12	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	1.06	1.06	0.25	0.25	99.75
Nº10	2.00	2.98	2.98	0.69	0.93	99.07
Nº16	1.18	5.68	5.68	1.31	2.24	97.76
Nº30	0.59	57.06	57.06	13.15	15.39	84.61
Nº40	0.43	116.51	116.51	27.32	42.70	57.30
Nº 100	0.15	153.16	153.16	35.58	78.69	21.31
Nº 200	0.08	12.06	12.06	2.70	81.38	18.62
Fondo	0.00	81.35	81.35	18.62	100.00	0.00
Total		423.05	423.05			

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Civil NATHALIA VERGARA MENDEZ M.
M.P. 23202-160758 CDR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4	99.8%	LL:	N)
TAMIZ Nº200:	18.7%	IP:	Nº
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	S
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERIA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	4
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERIA	PROFUNDIDAD:	5.50 - 6.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524046

M1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
FP1	4.90	19.15	16.75	10.80%
P50	3.80	19.60	17.35	10.40%
TH4	3.80	20.05	17.85	11.33%
003	3.82	19.80	17.15	10.51%
				10.80%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

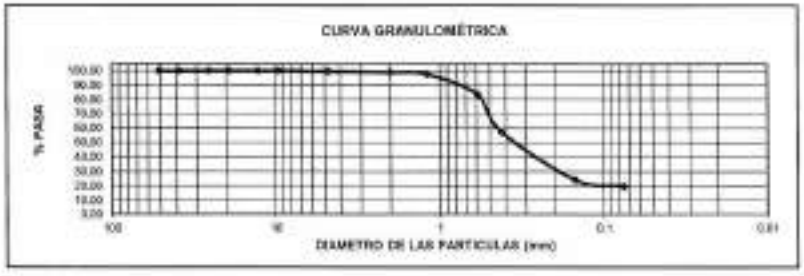
LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

ANALISIS GRANULOMETRICO

W rec:		39.55	W rec N°200+rec:		439.80	
W rec + rc:		802.30	W rec N°200:		376.85	
W Inicial (g)		471.75	Suma W Retenidos		376.85	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	2.21	2.21	0.47	0.47	99.53
Nº10	2.00	3.13	3.13	0.66	1.13	98.87
Nº16	1.19	6.28	6.28	1.33	2.46	97.54
Nº30	0.60	65.23	65.23	13.83	16.29	83.71
Nº50	0.30	125.43	125.43	26.59	42.88	57.12
Nº 100	0.15	155.89	155.89	33.07	75.94	24.06
Nº 200	0.08	20.68	20.68	4.38	80.31	19.69
Fondo	0.00	92.90	92.90	19.69	100.00	0.00
Total		471.75	471.75			





Ing. CIVIL NATALIA HERNANDEZ R
M.P. 2320018078CCOR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	99.5%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	19.7%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENAS LIMOSAS			

M1/2

	PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE	V1

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	**SONDEO Nº:**	5
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.80 - 1.00
FECHA:	MAYO DE 2024	**CÓDIGO**	0524048

DESCRIPCIÓN:	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.94	cm	Área =	27.71	cm^2
Altura =	10.19	cm	Volumen =	281.22	cm^3
Peso =	520.15	gr.	Peso Unitario =	18.49	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	57.34	KN/m^2

Deformación (pulg.-1)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg/cm^2)
10	0.05	4	0.09	0.05	0.46	27.58	0.01
30	0.30	14	0.08	0.79	1.46	27.73	0.05
60	0.33	29	0.13	1.26	2.96	27.87	0.09
75	0.52	60	0.19	1.86	6.06	28.04	0.21
100	0.58	88	0.28	2.80	8.88	28.22	0.30
150	1.23	137	0.38	3.79	13.70	28.48	0.48
200	1.72	199	0.51	5.00	19.80	28.80	0.68
250	2.16	231	0.64	6.28	23.10	29.10	0.79
300	2.53	260	0.76	7.51	26.00	29.71	0.88
350	3.10	288	0.89	8.76	28.80	30.11	0.95
400	3.37	307	1.02	10.01	30.70	30.62	1.01
450	4.05	327	1.14	11.26	32.70	32.64	1.06
500	4.53	346	1.27	12.51	34.60	31.38	1.10
550	5.03	353	1.40	13.76	35.30	31.82	1.04
600	5.55	378	1.52	15.01	37.80	32.28	1.17
650	6.05	393	1.65	16.27	39.30	32.78	1.20
700	6.43	409	1.78	17.52	40.90	33.29	1.22
750	6.83	418	1.91	18.77	41.80	33.73	1.23
800	7.38	427	2.03	20.03	42.70	34.23	1.25
850	7.80	432	2.16	21.27	43.20	34.58	1.25
900	8.20	447	2.29	22.53	44.70	35.03	1.27
950	8.58	455	2.41	23.77	45.50	35.69	1.27
1000	9.25	464	2.54	25.03	46.40	36.40	1.27
1050	9.72	471	2.67	26.28	47.10	37.00	1.27
1100	10.07	478	2.70	27.53	47.80	37.50	1.27



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 3220249876SCOR

116/k

Consultorías y Ambiental

PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE

V1

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	**SONDEO Nº:**	5
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CORDOBA	**MUESTRA Nº:**	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00
FECHA:	MAYO DE 2014	**CODIGO**	0324048

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD**
	PARDO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.92	cm	Área =	27.53	cm^2
Altura =	10.35	cm	Volumen =	284.96	cm^3
Peso =	466.14	gr	Peso Unitario =	16.85	KN/m^3
Tipo de Falla =	CONICA		Cohesión =	16.90	KN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg/cm^2)
10	0.16	5	0.33	0.25	0.85	27.59	0.02
30	0.25	10	0.38	0.74	1.69	27.73	0.04
50	0.42	15	0.43	1.23	1.69	27.87	0.05
75	0.58	20	0.15	1.84	3.39	28.04	0.07
150	0.84	28	0.28	2.45	2.45	28.21	0.09
125	1.25	39	0.38	3.68	3.36	28.37	0.14
200	1.72	48	0.51	4.91	4.89	28.54	0.17
250	2.33	59	0.64	6.14	5.99	28.70	0.20
300	2.87	68	0.76	7.36	6.85	28.70	0.23
350	3.13	77	0.89	8.59	7.75	30.10	0.26
400	3.68	85	1.02	9.82	8.60	30.91	0.28
450	4.16	91	1.14	11.04	9.19	30.83	0.29
500	4.52	98	1.27	12.27	9.86	31.33	0.31
550	5.03	104	1.40	13.50	10.40	31.86	0.33
600	5.53	108	1.53	14.72	10.80	32.25	0.34
650	5.87	114	1.65	15.95	11.40	32.72	0.35
700	6.27	117	1.78	17.18	11.70	33.20	0.35
750	6.66	117	1.91	18.41	11.70	33.70	0.35
800	7.05	117	2.03	19.63	11.70	34.21	0.34
850	7.62	117	2.16	20.86	11.70	34.74	0.34



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 23502-168784CDR

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	II
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	I
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0504048

V1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
W7	4.02	19.32	18.10	28.46%
10	3.68	21.48	17.70	27.05%
13	4.12	19.15	15.30	25.46%
71	4.00	19.64	16.37	26.46%
				26.86%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
VF3	34	13.70	26.50	21.88	39.71%
71	30	13.45	23.90	21.02	46.56%
III	25	19.85	23.10	20.37	529.00%
15	16	13.00	24.35	20.20	43.15%
					46.80%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
01	13.86	17.65	16.74	28.46%
43	13.80	18.57	16.62	30.66%
72	13.66	17.05	16.37	28.77%
01	13.75	18.15	17.10	31.34%
				29.06%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

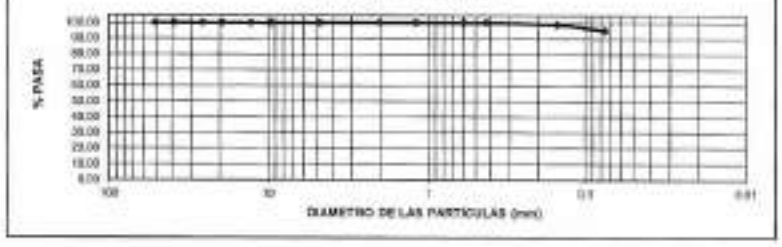


ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:	28.30	W ret Nº200/rec:	28.40
W rec + rc:	305.43	W ret Nº200:	9.10
W Seca inicial (g)	185.10	Suma W Retenidos	9.10

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°100	0.15	2.30	2.30	1.24	1.24	98.76
N°200	0.08	6.80	6.80	3.67	4.92	95.08
Fondo	0.00	176.00	176.00	95.08	100.00	0.00
Total		185.10	185.10			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil MATHEUS HERNANDEZ R
M.P. 23202156765CDR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4	100.0%	LL:	43%
TAMIZ Nº200	95.1%	IP:	19%
Clasificación Sistema Unificado :			ML
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1	V1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.50 - 2.00	
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524048	

Consultorías y Ambiental

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
P9	4.07	22.85	16.68	24.01%
D9	3.77	19.80	16.55	23.67%
N7	3.90	20.80	20.15	10.02%
YC2	3.91	21.72	16.58	21.68%
				24.68%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
X1	34	13.85	23.62	21.50	35.9%
M16	30	13.71	23.10	21.59	37.4%
Q12	25	13.85	24.10	21.85	38.1%
M14	17	27.80	38.78	36.14	31.1%
					35.08%

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
VP	13.43	18.40	17.58	20.34%
X9	14.15	20.54	18.66	22.47%
L7	13.66	16.82	17.20	20.13%
X2	13.69	15.10	15.23	19.19%
				21.08%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W rec:		21.35	W rel Nº200+rec:		28.30	
W rec + m:		156.71	W rel Nº200:		6.95	
W Seco Inicial (g)		135.36	Suma W Retenidos		6.95	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	6.95	6.95	5.09	5.09	94.84
Fondo	0.00	128.51	128.51	94.84	100.00	0.00
Total		135.36	135.36			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 223201867685COR

OBSERVACIONES

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	28%
TAMIZ Nº200:	66.0%	IP:	7%
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías y Ambiental

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	6
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	3.50 - 4.80
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524040

VI

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
D13	3.81	33.20	28.40	19.02%
L18	4.46	37.15	32.71	17.85%
V14	3.50	35.90	17.40	18.53%
04	4.05	48.75	43.17	18.75%
				19.04%

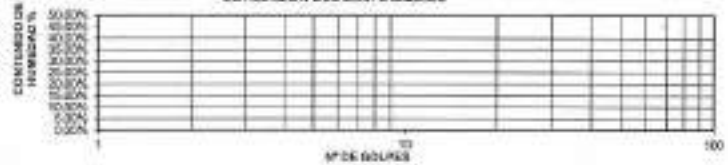
LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

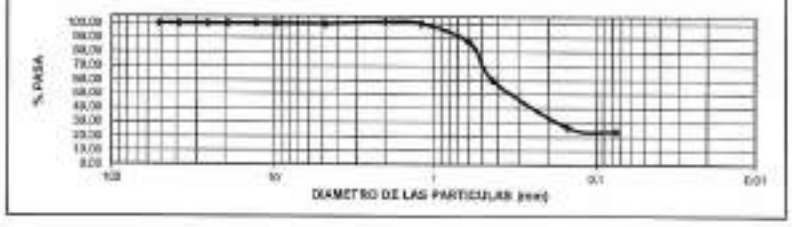
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		39.00	W ret Nº200+rec:		389.22	
W rec + ini:		473.40	W ret Nº200:		350.22	
W Seco Inicial (g):		434.00	Suma W Retenidos:		350.22	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.75	1.18	1.18	0.27	0.27	99.73
Nº10	2.00	-6.58	-6.58	-1.52	-1.52	101.52
Nº16	1.18	5.76	5.76	1.33	0.00	100.00
Nº30	0.60	57.10	57.10	13.16	13.16	86.85
Nº40	0.43	199.50	199.50	27.30	40.46	59.54
Nº 100	0.15	144.14	144.14	33.21	73.67	26.33
Nº 200	0.08	12.10	12.10	2.79	76.46	23.54
Fondo	0.00	102.18	102.18	23.54	100.00	0.00
Total		434.00	434.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R.
M.P. 2320256876CCO

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	98.7%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	23.5%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	6	91
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	3.50 - 4.00	
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO:	USD-IDIS	

Consultorías y Ambiental

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
C70	4.08	19.15	16.80	16.31%
K80	3.95	18.05	14.75	17.43%
C40	3.75	20.40	17.85	17.39%
C65	3.80	18.73	16.52	17.09%
				68.80%

LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
					NL

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
				NP

ANALISIS GRANULOMETRICO

W rec:	30.59	W ret Nº200+rec:	409.25
W rec + re:	802.16	W ret Nº200:	378.66
W Seco Inicial (g)	471.60	Suma W Retenidos	378.70

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (g)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
NºS	4.76	2.20	2.20	0.47	0.47	99.53
Nº10	2.00	3.14	3.14	0.67	1.13	98.87
Nº18	1.00	5.27	5.27	1.33	2.46	97.54
Nº30	0.60	65.10	65.10	13.80	16.27	83.73
Nº40	0.40	120.40	120.40	26.08	42.98	57.13
N.º 100	0.15	156.00	156.00	33.08	76.06	24.08
N.º 200	0.08	20.68	20.59	4.37	80.35	19.75
Fondo	0.00	92.98	92.80	19.70	100.00	0.00
Total		471.60	471.60			





Ing. Civil NATHALIA [illegible]
M.P. 2200[illegible]

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	99.8%	LL:	NL
TAMIZ Nº200:	19.7%	IP:	NP
Clasificación Sistema Unificado :			SM
ARENA LIMOSA			

1 M 8 / F

	PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE	V1

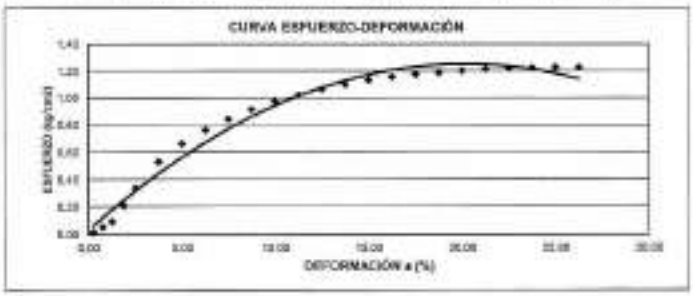
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº:	8
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº:	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.50 - 1.00
FECHA:	MAYO DE 2024	CÓDIGO:	0624048

DESCRIPCIÓN:	LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD
	PARDO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	5.94	cm	Área =	27.71	cm^2
Altura =	9.95	cm	Volumen =	201.81	cm^3
Peso =	326.12	gr	Peso Unitario =	18.47	kN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	66.09	KN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (lb.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo ($kg.cm^2$)
10	0.00	0	0.00	0.00	0.00	28.00	0.00
20	0.20	14	0.05	0.50	1.40	28.00	0.05
30	0.30	28	0.10	1.00	2.80	28.02	0.09
75	0.52	69	0.19	1.90	6.90	28.09	0.25
100	0.75	97	0.25	2.50	9.70	28.06	0.35
150	1.24	159	0.36	3.70	15.90	28.06	0.57
200	1.73	197	0.51	5.05	19.70	28.72	0.68
250	2.18	229	0.64	6.25	22.90	29.11	0.79
300	2.53	257	0.76	7.55	25.70	29.51	0.84
350	3.16	292	0.89	8.75	29.20	30.00	0.91
400	3.67	304	1.02	10.00	30.40	31.04	0.97
450	4.09	324	1.14	11.25	32.40	31.77	1.02
500	4.53	343	1.27	12.60	34.30	32.31	1.06
550	5.03	339	1.40	13.75	33.90	33.67	1.16
600	5.39	375	1.52	15.20	37.50	33.13	1.13
650	5.95	369	1.65	16.25	36.90	33.69	1.10
700	6.46	401	1.78	17.50	40.10	34.11	1.18
750	6.93	412	1.91	18.75	41.20	34.62	1.19
800	7.36	423	2.05	20.00	42.30	35.15	1.20
850	7.82	433	2.16	21.25	43.30	35.66	1.21
900	8.30	443	2.29	22.50	44.29	36.24	1.22
950	8.82	453	2.41	23.75	45.26	36.82	1.23
1000	9.29	459	2.54	25.00	45.90	37.42	1.23
1050	9.73	466	2.67	26.25	46.60	38.04	1.23
1100	10.17	473	2.79	27.50	47.26	38.67	1.22



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2220219070SCOR

119/K

Consultorías y Ambiente

PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN SIMPLE

V1

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA
LOCALIZACIÓN: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA: MAYO DE 2024

SONDEO Nº: 6
MUESTRA Nº: 2
PROFUNDIDAD: 1.80 - 2.30
CÓDIGO 0524048

DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diámetro =	6.00	cm	Área =	28.27	cm^2
Altura =	12.30	cm	Volumen =	283.77	cm^3
Peso =	560.40	gr	Peso Unitario =	19.18	KN/m^3
Tipo de Falla =	CONICA		Cohesión =	55.00	KN/m^2

Deformación (x0.01 cm)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Area Corregida (cm^2)	Esfuerzo (kg./cm^2)
10	0.10	5	0.03	0.24	0.50	27.68	0.02
30	0.35	10	0.09	0.73	1.00	27.73	0.04
50	0.42	15	0.13	1.22	1.50	27.87	0.05
70	0.58	20	0.19	1.59	2.00	28.04	0.07
100	0.60	25	0.25	2.44	2.50	28.21	0.09
150	1.25	30	0.38	3.07	3.00	28.57	0.11
200	1.72	40	0.51	4.15	4.00	28.94	0.17
250	2.22	55	0.64	5.21	5.50	29.32	0.20
300	2.67	65	0.76	7.33	6.50	29.70	0.23
350	3.12	77	0.88	8.88	7.70	30.09	0.30
400	3.68	85	1.02	9.76	8.50	30.51	0.28
450	4.18	91	1.14	11.00	9.10	30.92	0.29
500	4.55	98	1.27	12.22	9.80	31.35	0.31
550	5.03	104	1.40	13.49	10.40	31.80	0.33
600	5.52	109	1.52	14.67	10.90	32.26	0.34
650	5.97	114	1.65	15.88	11.40	32.73	0.35
700	6.27	117	1.78	17.11	11.70	33.20	0.35
750	6.88	117	1.91	18.33	11.70	33.70	0.35
800	7.35	117	2.03	19.58	11.70	34.21	0.34
850	7.85	117	2.16	20.79	11.70	34.74	0.34

CURVA ESFUERZO-DEFORMACIÓN



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2202210987ACOR

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CORDOBA	MUESTRA Nº	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.00
FECHA	MAYO 06 2024	CÓDIGO	0524048

VI

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
F2	4.83	21.93	17.65	30.34%
B5	4.47	21.00	17.75	28.86%
C7	4.44	22.61	18.65	27.87%
F1	4.81	21.94	18.10	28.24%
				28.58%

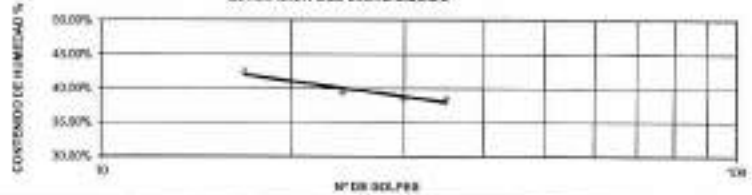
LIMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
3A9	33	4.86	31.90	19.35	36.92%
QB7	30	4.60	30.80	19.95	36.49%
7Q8	24	4.80	27.85	21.20	36.33%
CCL	17	4.67	28.52	21.12	42.42%
					48.80%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
A3	6.68	23.30	19.85	27.19%
Q2	6.79	22.70	19.28	25.00%
F1	6.49	25.00	20.56	26.72%
U5	6.23	23.02	24.38	30.30%
				28.80%

ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:	10.21	W rel Nº200(rec):	32.71
W rec + m:	208.25	W rel Nº200:	6.50
W Seco (Inicial (g)	100.04	Suma W Retenidos	6.50

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
[3/4]"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
[1/2]"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
[3/8]"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.08	6.50	6.50	6.50	6.50	93.50
Fondo	0.00	93.54	93.54	93.50	100.00	0.00
Total		100.04	100.04			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 23202-165755 CDR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	LL:	0%
TAMIZ Nº200:	93.5%	IP:	1.1%
Clasificación AASHTO			A-2-5
Clasificación Sistema Unificado:			ML
LIMO DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMITES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA	SONDEO Nº	1
LOCALIZACIÓN:	BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA	MUESTRA Nº	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	PROFUNDIDAD:	1.00 - 1.50
FECHA	MAYO DE 2024	CÓDIGO	0524-08

V1

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
651	5.71	24.56	20.12	28.30%
M47	5.68	24.38	20.19	28.77%
AR8	6.82	26.98	21.16	28.94%
N°8	5.69	24.59	22.47	28.30%
				28.08%

LÍMITE LÍQUIDO

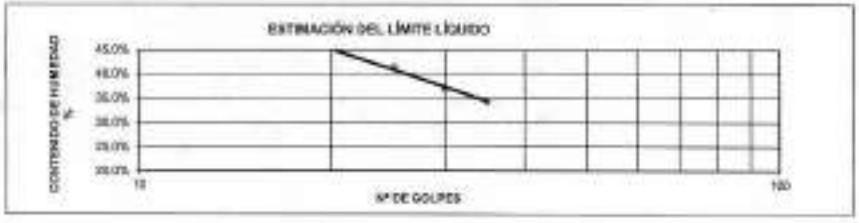
Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
H7	35	16.36	28.12	25.13	36.2%
L8	28	19.56	35.65	28.85	36.0%
Q2	25	17.37	28.16	26.40	41.0%
N5	18	18.74	28.20	25.15	40.1%
					35.08%

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
A07	15.37	28.15	26.15	19.85%
D53	15.48	28.60	26.05	19.11%
RP4	15.48	21.50	20.66	20.43%
DW8	15.12	28.13	27.05	19.30%
				19.00%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

W rec:		25.10	W ret N°200+rec:		32.09
W rec + W:		250.14	W ret N°200:		7.09
W Seco [HASTA] (g)		225.04	Suma W Retenidos		7.09
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. corregido (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum. (%)	Pasa (%)
3"	80.8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/4)"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(1/2)"	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 200	0.08	7.80	7.80	3.51	3.51	96.49
Fondo:	0.00	217.15	217.15	96.49	100.00	0.00
Total		225.04	225.04			





Ing. CIVIL NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 2202216687BSOCR

OBSERVACIONES:

TAMIZ N°4:	100.0%	LL:	35%
TAMIZ N°200:	96.5%	IP:	17%
Clasificación AASHTO			A-4
Clasificación Sistema Unificado :			CL
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			

120/2

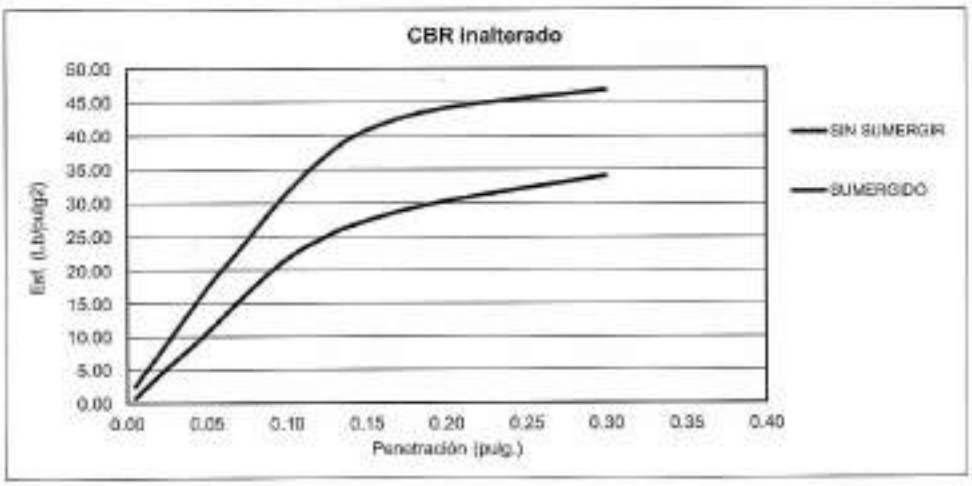
Consultorías y Ambiental	**C.B.R. INALTERADO**	**V2**

NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: BARRIO LA PRADERA, MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA

FECHA: MAYO DE 2024
CÓDIGO: 0524046
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERIA

COORDENADAS (WGS 84)	8°44'25.53"N		75°52'17.69"O	
Molde N°	**CBR 1**		**CBR 1**	
	SIN SUMERGIR		**SUMERGIDO**	
Penetración (pulg.)	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg²)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg²)**
0.005	0.03	2.51	0.01	0.75
0.025	0.12	8.99	0.07	5.25
0.050	0.23	17.23	0.14	10.49
0.075	0.33	24.35	0.22	16.48
0.100	0.42	31.47	0.29	21.73
0.125	0.50	37.09	0.34	25.10
0.150	0.55	40.84	0.37	27.35
0.200	0.59	44.21	0.41	30.35
0.300	0.63	46.83	0.46	34.09
0.400				
0.500				
CBR CORR 0.1"	**3.15%**		**2.17%**	
CBR CORR 0.2"	2.95%		2.02%	



N° CBR	**LECTURA INICIAL L1 (mm)**	**LECTURA FINAL L2 (mm)**	**% DE EXPANSIÓN**	**Clasificación**
1	5.232	5.488	0.22	Suelo no expansivo

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 13202511728LV

ANEXO 3.
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN
(EN CD)

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ICONTEC ES MIEMBRO DE:

IQNET

icontec

ISO 9001

ICONTEC Certifica que el Sistema de Gestión de la organización:
ICONTEC certifies that the Organization's Management System of:

CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.

Calle 27 No. 6 - 12, Montería, Córdoba, Colombia

ha sido auditado y aprobado con respecto a los requisitos especificados en:
has been audited and approved based on the specified requirements of:

ISO 9001:2015

Este Certificado es aplicable al siguiente alcance:
This certificate is applicable to the following scope:

Prestación de Servicios de Consultoría para Estudios y Diseños en Ingeniería Civil y Ambiental. Prestación de Servicios de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concretos y Pavimentos.

Provision of Consulting Services for Studies and Design in Civil and Environmental Engineering. Provision of Services Soil Testing Laboratory, Concrete and Flooring.

Esta aprobación está sujeta a que el sistema de gestión se mantenga de acuerdo con los requisitos especificados, lo cual será verificado por ICONTEC

This approval is subject to the maintenance of the management system according to the specified requirements, which will be verified by ICONTEC

Certificado: SC-CER290069
Certificate:

Fecha de Otorgamiento:	2014-01-29
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	2023-01-28
Fecha de Inicio del ciclo actual de certificación:	2023-01-29
Fecha de Vencimiento ciclo actual:	2026-01-28
Fecha de Auditoria de Recertificación:	2022-11-22
Fecha de Revisión:	2023-01-06

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

icontec

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17021-1:2015
09-CSG-001

MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado ICONTEC carrera 37 nro. 52-95 Bogotá D.C. Colombia

122/n

ICONTEC ES MIEMBRO DE

IQNET

Building
trust
together

Certificate

ICONTEC has issued an IQNet recognized certificate that the **organization**

CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.

Calle 27 No. 6 - 12, Montería, Córdoba, Colombia

has implemented and maintains a

Quality Management System

for the following scope:

Prestación de Servicios de Consultoría para Estudios y Diseños en Ingeniería Civil y Ambiental. Prestación de Servicios de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concretos y Pavimentos.

Provision of Consulting Services for Studies and Design in Civil and Environmental Engineering. Provision of Services Soil Testing Laboratory, Concrete and Flooring.

ISO 9001:2015

Issued on: 2014-01-29
Expires on: 2026-01-28

This attestation is directly linked to the IQNet Partner's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

Registration Number: CO-SC-CER290069

Alex Stoichitoiu
President of IQNet

Roberto Enrique Montoya Villa
CEO of ICONTEC

LL

This attestation is directly linked to the IQNET Member's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

IQNET Members*:
AENOR Spain **AFNOR** Certification France **APCER** Portugal **CCC** Cyprus **CISQ** Italy **CQC** China **CQM** China **CQS** Czech Republic **Cro Cert** Croatia **DQS Holding GmbH** Germany **EAGLE Certification Group** USA **FCAV** Brazil **FONDONORMA** Venezuela **ICONTEC** Colombia **ICS** Bosnia and Herzegovina **Inspecta Sertifiointi Oy** Finland **INTECO** Costa Rica **IRAM** Argentina **JQA** Japan **KFQ** Korea **LSQA** Uruguay **MIRTEC** Greece **MSZT** Hungary**Nemko AS** Norway **NSAI** Ireland **NYCE-SIGE** México **PCBC** Poland **Quality Austria** Austria **SII** Israel **SIQ** Slovenia **SIRIM QAS International** Malaysia **SQS** Switzerland **SRAC** Romania **TSE** Turkey **YUQS** Serbia

* The list of IQNet Members is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-27112-004 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DOBLE RANGO PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PC-42-D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-27112-004 R0

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	2 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\ y\ 3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	100,00	99,169	99,187	—	99,196	—	99,184
20	200,00	199,96	199,87	—	199,80	—	199,88
30	300,00	299,97	299,53	—	299,09	—	299,53
40	400,00	399,72	399,43	—	398,97	—	399,38
50	500,00	499,52	499,32	—	499,14	—	499,33
60	600,00	599,41	598,51	—	598,31	—	598,75
70	700,00	699,00	697,74	—	697,52	—	698,09
80	800,00	799,02	798,54	—	798,45	—	798,67
90	900,00	899,46	898,79	—	897,98	—	898,74
100	1 000,00	999,99	999,38	—	999,15	—	999,51

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	—	0,000	—

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
10	**100,00**	0,82	0,03	—	0,010	0,11	0,11	2,02
20	**200,00**	0,060	0,081	—	0,005	0,16	0,081	2,13
30	**300,00**	0,16	0,29	—	0,003	0,88	0,29	3,31
40	**400,00**	0,16	0,19	—	0,003	0,68	0,17	2,87
50	**500,00**	0,135	0,076	—	0,002	0,35	0,070	2,26
60	**600,00**	0,21	0,18	—	0,002	1,2	0,20	3,31
70	**700,00**	0,27	0,21	—	0,001	1,6	0,23	3,31
80	**800,00**	0,166	0,071	—	0,001	0,55	0,068	2,32
90	**900,00**	0,14	0,16	—	0,001	1,3	0,15	2,87
100	**1 000,00**	0,049	0,083	—	0,001	0,75	0,075	2,43

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria - Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,6 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	69 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	66 % HR

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-27112-004 R0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	—	R^2
-1,66700 E00	1,01220 E00	-3,16779 E-05	2,06950 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	99,257	109,32	119,38	129,43	139,48
150,00	149,52	159,56	169,59	179,62	189,65
200,00	199,67	209,69	219,70	229,72	239,72
250,00	249,73	259,73	269,73	279,72	289,71
300,00	299,70	309,69	319,67	329,65	339,63
350,00	349,61	359,59	369,56	379,53	389,50
400,00	399,47	409,44	419,40	429,37	439,33
450,00	449,29	459,26	469,22	479,18	489,14
500,00	499,10	509,06	519,02	528,98	538,94
550,00	548,90	558,87	568,83	578,79	588,75
600,00	598,72	608,69	618,65	628,62	638,59
650,00	648,56	658,54	668,51	678,49	688,47
700,00	698,45	708,43	718,42	728,41	738,40
750,00	748,39	758,39	768,39	778,40	788,40
800,00	798,42	808,43	818,45	828,47	838,50
850,00	848,53	858,56	868,60	878,64	888,69
900,00	898,74	908,80	918,86	928,93	939,00
950,00	949,08	959,16	969,25	979,34	989,44
1 000,00	999,55				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	99,184	99,257	0,07
200,00	199,88	199,67	- 0,21
300,00	299,53	299,70	0,17
400,00	399,38	399,47	0,09
500,00	499,33	499,10	- 0,23
600,00	598,75	598,72	- 0,03
700,00	698,09	698,45	0,36
800,00	798,67	798,42	- 0,26
900,00	898,74	898,74	0,00
1 000,00	999,51	999,55	0,04

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=3,307 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

Lo resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-004

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

125/1

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-27112-005 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DOBLE RANGO PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PC-42-D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	200 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduzca en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-024

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	2 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_2' No Aplica	S_3 Ascendente	S_4 No Aplica	Promedio $S_{1,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	20,00	19,840	19,938	----	19,874	----	19,884
20	40,00	39,939	39,945	----	39,946	----	39,943
30	60,00	59,791	59,779	----	59,792	----	59,788
40	80,00	79,813	79,818	----	79,957	----	79,796
50	100,00	99,722	99,825	----	99,845	----	99,797
60	120,00	119,99	119,82	----	119,91	----	119,90
70	140,00	140,10	140,13	----	140,23	----	140,15
80	160,00	160,32	160,30	----	160,35	----	160,32
90	180,00	180,17	180,14	----	180,11	----	180,14
100	200,00	200,07	200,53	----	200,39	----	200,33

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-0004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

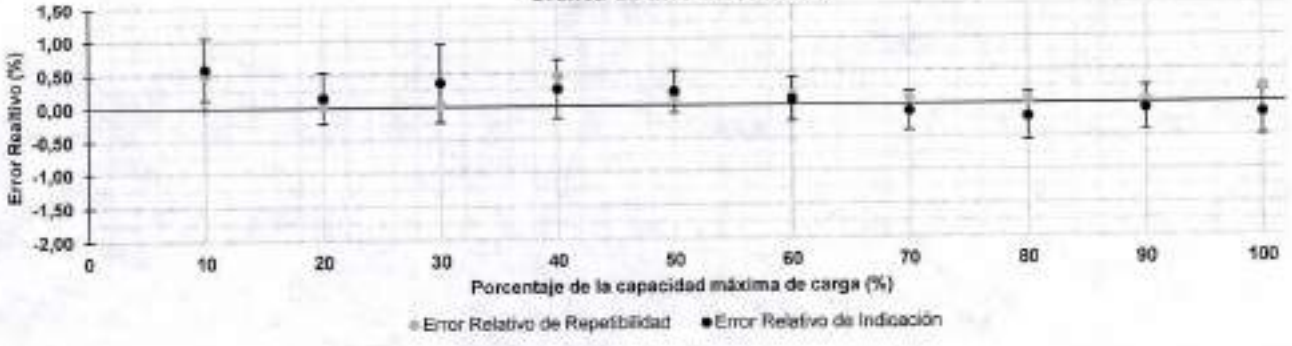
Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	—	0,000	—

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		U		
%	kN	q %	b %	v %	a %	kN	%	-----
10	20,00	0,58	0,50	—	0,050	0,093	0,46	2,26
20	40,00	0,14	0,02	—	0,025	0,15	0,38	2,01
30	60,00	0,36	0,02	—	0,017	0,35	0,59	2,01
40	80,00	0,26	0,43	—	0,013	0,35	0,44	2,13
50	100,00	0,20	0,12	—	0,010	0,32	0,32	2,01
60	120,00	0,08	0,14	—	0,008	0,40	0,33	2,01
70	140,00	-0,11	0,09	—	0,007	0,41	0,29	2,01
80	160,00	-0,20	0,03	—	0,006	0,57	0,36	2,01
90	180,00	-0,06	0,04	—	0,006	0,59	0,33	2,01
100	200,00	-0,17	0,23	—	0,005	0,66	0,33	2,03

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria - Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	30,3 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	29,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	69 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	66 % HR

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-034

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
1,73500 E-01	9,86040 E-01	1,46474 E-04	-3,66526 E-07		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00
20,00	19,950	21,933	23,918	25,903	27,889
30,00	29,877	31,865	33,854	35,844	37,834
40,00	39,826	41,818	43,812	45,806	47,800
50,00	49,796	51,792	53,789	55,787	57,785
60,00	59,784	61,784	63,784	65,785	67,786
70,00	69,788	71,791	73,794	75,798	77,802
80,00	79,806	81,812	83,817	85,823	87,830
90,00	89,836	91,844	93,851	95,859	97,867
100,00	99,876	101,88	103,89	105,90	107,91
110,00	109,92	111,93	113,94	115,95	117,96
120,00	119,97	121,98	124,00	126,01	128,02
130,00	130,03	132,04	134,05	136,06	138,07
140,00	140,08	142,10	144,11	146,12	148,13
150,00	150,14	152,15	154,16	156,17	158,18
160,00	160,19	162,20	164,21	166,22	168,22
170,00	170,23	172,24	174,25	176,26	178,26
180,00	180,27	182,27	184,28	186,29	188,29
190,00	190,29	192,30	194,30	196,30	198,31
200,00	200,31				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
20,00	19,884	19,950	0,07
40,00	39,943	39,826	- 0,12
60,00	59,788	59,784	0,00
80,00	79,796	79,806	0,01
100,00	99,797	99,876	0,08
120,00	119,90	119,97	0,07
140,00	140,15	140,08	- 0,07
160,00	160,32	160,19	- 0,14
180,00	180,14	180,27	0,13
200,00	200,33	200,31	- 0,02

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,255 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Lo resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 200 kN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	1,0.
Número de Serie	017401.
Certificado de Calibración	5586 del INM.
Próxima Calibración	2022-11-07.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Table proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-005

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-27112-008 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	PX2202/E
Número de Serie *Serial Number*	C008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta.
Carga Máxima *Maximum load*	2200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results corresponid to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C008040229
Identificación Interna	No presenta.
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	2 g a 2200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-26413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	$k^{1}_{\text{p=95,45\%}}$
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,021	2,21
500,000	500,00	499,99	0,000	- 0,010	0,022	2,16
1 100,001	1 100,01	1 100,00	0,009	- 0,001	0,026	2,07
1 500,001	1 500,02	1 500,03	0,019	0,029	0,029	2,04
2 200,006	2 200,02	2 200,02	0,014	0,014	0,038	2,02

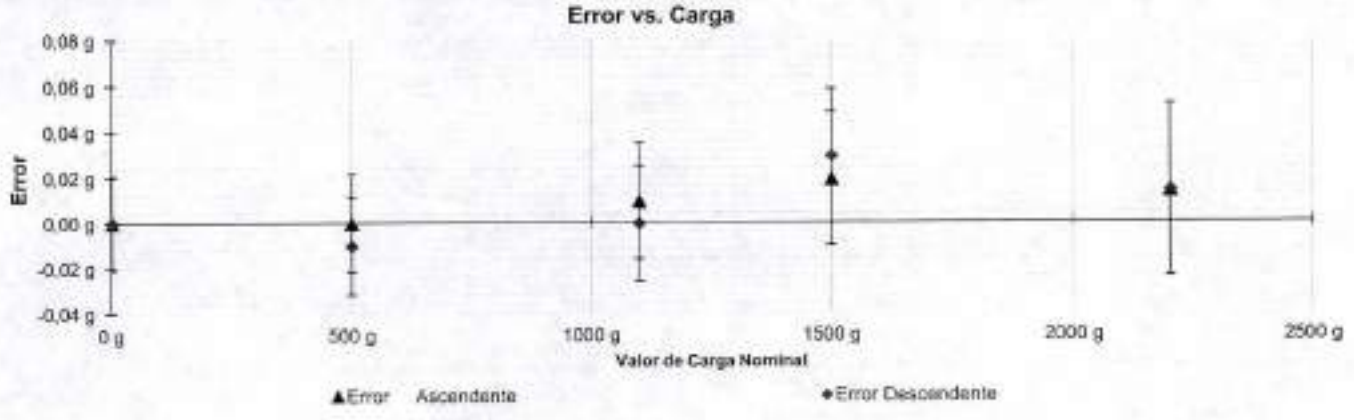


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-024

M-27112-008 R0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	800 g

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
——	g	g
1	799,99	——
2	800,00	0,01
3	800,01	0,02
4	800,00	0,01
5	799,98	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,02**

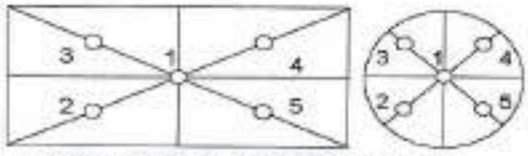


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	1100 g	2200 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	1100,00	2200,00
2	1100,00	2200,00
3	1100,00	2200,00
4	1100,01	2200,02
5	1100,00	2200,00
6	1100,00	2200,00
7	1100,02	2200,00
8	1100,00	2200,01
9	1100,02	2200,00
10	1100,00	2200,00
Desviación Estándar	**0,008 5 g**	**0,006 7 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio, CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,1 °C	**Temperatura Mínima:**	27,7 °C
Humedad Máxima:	64 % HR	**Humedad Mínima:**	61 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,4 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,0 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC 004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R, y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} = 8{,}29\ E\text{-}06 \cdot R$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) = 8{,}89\ E\text{-}05 + 3{,}19\ E\text{-}10\ R^2$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones avidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-27112-008**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-27112-009 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	Scout Pro SP202
Número de Serie *Serial Number*	B250612476
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-007
Carga Máxima *Maximum load*	200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B250612476
Identificación Interna	LS-007
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	2 g a 200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-28413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k^1, p=95,45% —
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,014	2,11
50,000	50,00	50,01	0,000	0,010	0,016	2,06
100,000	100,00	100,01	0,000	0,010	0,021	2,02
150,000	150,00	150,01	0,000	0,010	0,028	2,01
200,000	200,00	200,00	0,000	0,000	0,036	2,01

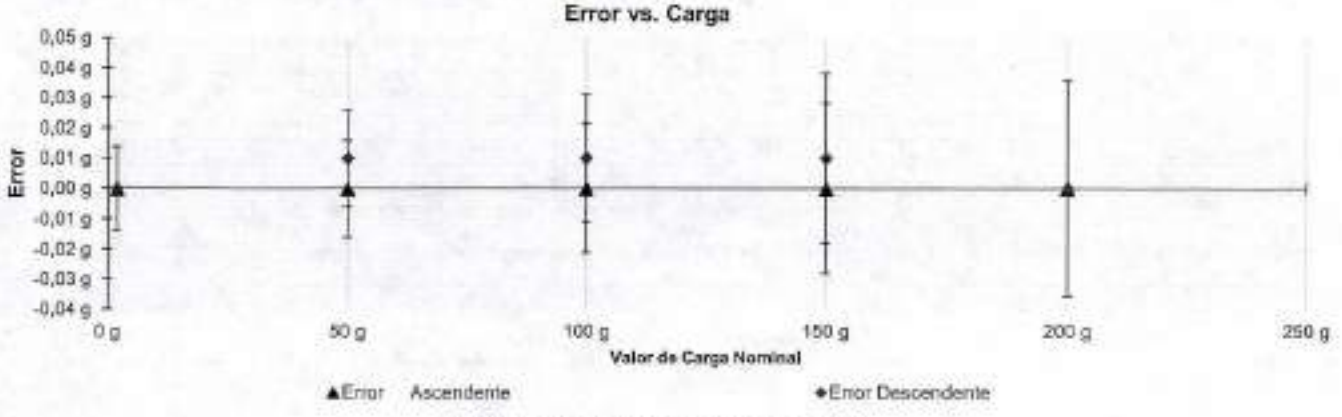


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	70 g

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
----	g	g
1	70,02	------
2	70,00	-0,02
3	70,00	-0,02
4	70,00	-0,02
5	70,01	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,02**

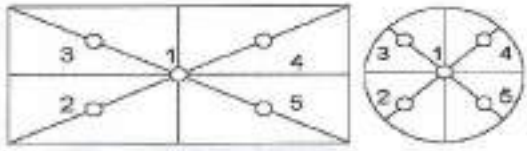


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	100 g	200 g
Cantidad de Repeticiones	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	100,00	199,99
2	100,01	199,99
3	100,01	200,00
4	100,00	199,99
5	100,01	199,99
6	100,00	199,99
7	100,00	200,00
8	100,01	199,99
9	100,00	199,99
10	100,00	199,99
Desviación Estándar	**0,005 2 g**	**0,004 2 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio, CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,9 °C	**Temperatura Mínima:**	28,8 °C
Humedad Máxima:	69 % HR	**Humedad Mínima:**	68 % HR
Presión Barometrica Máxima:	1005,9 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,7 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC 004

M-27112-009 R0

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R, y también obtener su incertidumbre expandida U_R

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} = -6{,}47\ E\text{-}07 \cdot R$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 4,33 E-05 + 3,48 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-27112-009**

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-034

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-27112-010 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	SPX222
Número de Serie *Serial Number*	B710807364
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta.
Carga Máxima *Maximum load*	220 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrologo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-002

132/r

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B710807364
Identificación Interna	No Presenta.
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	2 g a 220 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-28413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	$k'_{,95,44\%}$ —
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,016	2,16
50,000	50,00	50,00	0,000	0,000	0,017	2,13
120,000	120,00	120,00	0,000	0,000	0,018	2,08
150,000	149,99	149,99	- 0,010	- 0,010	0,019	2,06
220,000	219,99	220,00	- 0,010	0,000	0,022	2,04

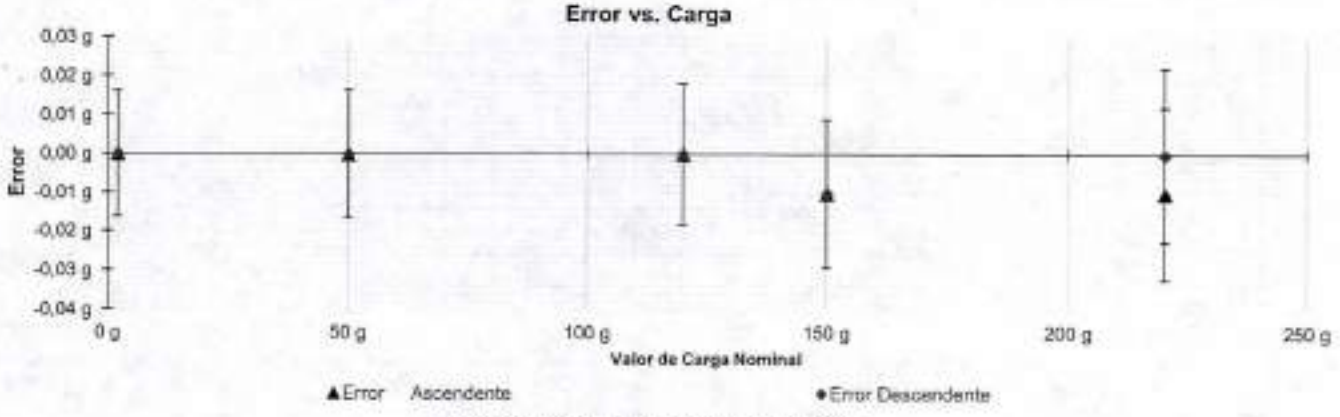


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC Acreditado
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-008

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Table 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	80 g	
Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
—	g	g
1	80,00	———
2	80,00	0,00
3	80,00	0,00
4	80,00	0,00
5	79,99	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,01**

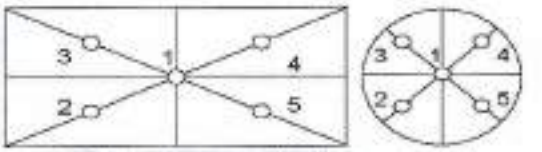


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	110 g	220 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	110,00	220,00
2	110,00	220,01
3	110,00	220,01
4	110,00	219,99
5	110,01	220,00
6	110,00	220,00
7	110,01	220,00
8	110,01	220,00
9	110,00	220,01
10	110,00	220,00
Desviación Estándar	**0,004 8 g**	**0,006 3 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio, CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,2 °C	**Temperatura Mínima:**	28,0 °C
Humedad Máxima:	64 % HR	**Humedad Mínima:**	63 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,4 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,2 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-054

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R, y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} = -4{,}05\ E\text{-}05 \cdot R$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 5,67 E-05 + 2,10 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-27112-010**

Fin del Certificado

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-048

Número: **53967 C**

SOLICITANTE	**LABMET S.A.S.**
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	**CARRERA 16 # 34 A - 04 MONTERÍA**
INSTRUMENTO	**PESA INDIVIDUAL**
FABRICANTE	**DETECTO**
MODELO	**PARALELEPÍPEDO**
NÚMERO DE SERIE	**01**
CÓDIGO	**N.I.**
INTERVALO DE MEDICIÓN	**5 kg**
MATERIAL PESAS	**HIERRO FUNDIDO (GRIS)**
DENSIDAD	**7,1** g/cm^3
SITIO DE CALIBRACIÓN	**LABORATORIO DE GRANDES MASAS SEDE CALI**
FECHA RECEPCIÓN INSTRUMENTO	**2022 -11 -01**
FECHA DE CALIBRACIÓN	**2022 -11 -11**

FIRMA AUTORIZADA

Autorizado por:
Calibrado por: **Juan Pablo Florez G.**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan solamente a los ítems sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

1. TRAZABILIDAD

El laboratorio establece la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que se encuentran relacionadas a patrones primarios que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
La vinculación se logra a través del uso de instrumentos patrón calibrados por laboratorios acreditados por organismos de acreditación, firmantes de Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

2. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k = 2 con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %.
La incertidumbre de medición expandida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, del procedimiento de calibración, de las condiciones ambientales y de la corrección del empuje del aire.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

Número: **53967 C**

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El valor de masa convencional de la(s) pesa(s) se determina por el método de comparación con las pesas patrón, usando el esquema de sustitución simple (ABA).

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMOSFÉRICA	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
903,1 hPa	22,6 °C	46,1 % hr - 46,3 % hr

Nota: Las condiciones reportadas son las condiciones máximas y mínimas en el sitio y momento de la calibración.

5. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN

PESAS PATRÓN CLASE : **F1**

CERTIFICADO N°	51983 C
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-04-29
CALIBRADAS POR	Laboratorio Detecto de Colombia.

6. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican que el error, en masa convencional, está dentro de los límites de exactitud permitidos para pesas clase M1, errores en masa convencional de acuerdo con lo enunciado en la NTC 1848:2007 numeral 5 tabla 1 (Errores máximos permisibles en masa convencional para pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3).

7. TABLA DE RESULTADOS

Serie ó Marca	Valor Nominal g	Error Medido g	Incertidumbre (Exp) ± g	EMP ± g
5 kg	5000	0,002	0,083	0,25

8. OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue enviada con el (los) instrumento (s).
2. Para la prestación del servicio, el contacto fue: Stiven Villadiego.
3. Se recomienda no golpear la(s) pesa(s).
4. La(s) pesa(s) debe(n) colocarse sobre superficies limpias, en lugares secos, alejada(s) de la humedad y evitar exponerla(s) a la intemperie.

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2022 -11 -19

FIN DEL CERTIFICADO

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-048

Número: **53968 C**

SOLICITANTE	**LABMET S.A.S.**
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	**CARRERA 16 # 34 A - 04 MONTERÍA**
INSTRUMENTO	**PESAS INDIVIDUALES**
FABRICANTE	**DETECTO**
MODELO	**PARALELEPÍPEDO**
NÚMERO DE SERIE	**01 A LA 02**
CÓDIGO	**N.I.**
INTERVALO DE MEDICIÓN	**10 kg**
MATERIAL PESAS	**HIERRO FUNDIDO (GRIS)**
DENSIDAD	**7,1 g/cm³**
SITIO DE CALIBRACIÓN	**LABORATORIO DE GRANDES MASAS SEDE CALI**
FECHA RECEPCIÓN INSTRUMENTO	**2022 -11 -01**
FECHA DE CALIBRACIÓN	**2022 -11 -11**

FIRMA AUTORIZADA

Autorizado por:
Calibrado por: **Juan Pablo Florez G.**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan solamente a los ítems sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

1. TRAZABILIDAD

El laboratorio establece la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que se encuentran relacionadas a patrones primarios que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
La vinculación se logra a través del uso de instrumentos patrón calibrados por laboratorios acreditados por organismos de acreditación, firmantes de Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

2. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k = 2 con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %.
La incertidumbre de medición expandida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, del procedimiento de calibración, de las condiciones ambientales y de la corrección del empuje del aire.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

Número: **53968 C**

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El valor de masa convencional de la(s) pesa(s) se determina por el método de comparación con las pesas patrón, usando el esquema de sustitución simple (ABA).

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMOSFERICA	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
902,9 hPa - 903,0 hPa	22,4 °C - 22,5 °C	45,6 % hr - 46,0 % hr

Nota: Las condiciones reportadas son las condiciones máximas y mínimas en el sitio y momento de la calibración.

5. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN

PESAS PATRÓN CLASE : **F1**

CERTIFICADO N°	51982 C
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-04-29
CALIBRADAS POR	Laboratorio Detecto de Colombia.

6. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican que el error, en masa convencional, está dentro de los límites de exactitud permitidos para pesas clase M1, errores en masa convencional de acuerdo con lo enunciado en la NTC 1848:2007 numeral 5 tabla 1 (Errores máximos permisibles en masa convencional para pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3).

7. TABLA DE RESULTADOS

Serie ó Marca	Valor Nominal g	Error Medido g	Incertidumbre (Exp) ± g	EMP ± g
01	10000	0,01	0,17	0,5
02	10000	0,01	0,17	0,5

8. OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue enviada con el (los) instrumento (s).
2. Para la prestación del servicio, el contacto fue: Stiven Villadiego.
3. Se recomienda no golpear la(s) pesa(s).
4. La(s) pesa(s) debe(n) colocarse sobre superficies limpias, en lugares secos, alejada(s) de la humedad y evitar exponerla(s) a la intemperie.

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2022 -11 -19

FIN DEL CERTIFICADO

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-048

Número: **53969 C**

SOLICITANTE	**LABMET S.A.S.**
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	**CARRERA 16 # 34 A - 04 MONTERÍA**
INSTRUMENTO	**PESAS INDIVIDUALES**
FABRICANTE	**DETECTO**
MODELO	**PARALELEPÍPEDO**
NÚMERO DE SERIE	**01 A LA 03**
CÓDIGO	**N.I.**
INTERVALO DE MEDICIÓN	**20 kg**
MATERIAL PESAS	**HIERRO FUNDIDO (GRIS)**
DENSIDAD	**7,1** g/cm^3
SITIO DE CALIBRACIÓN	**LABORATORIO DE GRANDES MASAS SEDE CALI**
FECHA RECEPCIÓN INSTRUMENTO	**2022 -11 -01**
FECHA DE CALIBRACIÓN	**2022 -11 -11**

FIRMA AUTORIZADA

Autorizado por:
Calibrado por: **Juan Pablo Florez G.**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan solamente a los ítems sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

1. TRAZABILIDAD

El laboratorio establece la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que se encuentran relacionadas a patrones primarios que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
La vinculación se logra a través del uso de instrumentos patrón calibrados por laboratorios acreditados por organismos de acreditación, firmantes de Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

2. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k = 2 con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %.
La incertidumbre de medición expendida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, del procedimiento de calibración, de las condiciones ambientales y de la corrección del empuje del aire.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
12-LAC-048

Número: **53969 C**

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El valor de masa convencional de la(s) pesa(s) se determina por el método de comparación con las pesas patrón, usando el esquema de sustitución simple (ABA).

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMOSFERICA	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
902,8 hPa - 902,9 hPa	22,3 °C - 22,4 °C	44,9 % hr - 45,5 % hr

Nota: Las condiciones reportadas son las condiciones máximas y mínimas en el sitio y momento de la calibración.

5. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN

PESAS PATRÓN CLASE : **F1**

CERTIFICADO N°	CAP-351-22
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-04-04
CALIBRADAS POR	Laboratorio de Calibración WR.

6. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican que el error, en masa convencional, está dentro de los límites de exactitud permitidos para pesas clase M1, errores en masa convencional de acuerdo con lo enunciado en la NTC 1848:2007 numeral 5 tabla 1 (Errores máximos permisibles en masa convencional para pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3).

7. TABLA DE RESULTADOS

Serie ó Marca	Valor Nominal g	Error Medido g	Incertidumbre (Exp) ± g	EMP ± g
01	20000	0,07	0,33	1,0
02	20000	0,07	0,33	1,0
03	20000	0,07	0,33	1,0

8. OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue enviada con el (los) instrumento (s).
2. Para la prestación del servicio, el contacto fue: Stiven Villadiego.
3. Se recomienda no golpear la(s) pesa(s).
4. La(s) pesa(s) debe(n) colocarse sobre superficies limpias, en lugares secos, alejada(s) de la humedad y evitar exponerla(s) a la intemperie.

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2022 -11 -19

FIN DEL CERTIFICADO

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR

LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-27099-002 R0

Equipo *Instrument*	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO
Fabricante *Manufacturer*	NO PRESENTA
Modelo *Model*	No Presenta
Número de Serie *Serial Number*	0065
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	4,5 Mpa
Solicitante *Customer*	CONSULTORIA GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 05
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and Internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se alejan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Analógica	**Modelo**	U2B
División de Escala	0,25 Mpa	**Número de Serie**	N76720
Resolución	0,125 Mpa	**Certificado de Calibración**	5189 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 11 % al 100 % de la carga máxima.		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura, se llevan a cabo (3) tres precargas para verificar el adecuado funcionamiento del equipo, se realizan (5) cinco mediciones al diámetro del pistón para determinar el área de contacto y se procede finalmente a la toma de las lecturas de medición de fuerza durante (3) series ascendentes.
Con la medición de Fuerza en Newton (N) y el área en metros (m^2) al cuadrado se determina la presión que realiza el instrumento.

Tabla 1.
Datos de la dimensión del Pistón

Descripción	Indicaciones Registradas del IBC						
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	Promedio	Desviación
Diametro (mm)	6,40	6,41	6,39	6,40	6,40	6,40	0,01
Área (m^2)	3,22E-05	3,23E-05	3,21E-05	3,22E-05	3,22E-05	3,217E-05	7,109E-08

Tabla 2.
Datos de calibración en Mpa

Valor Nominal IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Bajo Calibración para Cada Serie					
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_3 Ascendente	Promedio $S_{1,2}$ y s_3	Error	Incertidumbre
No.	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**%**
1	**0,50**	0,231 7	0,207 6	0,233 3	0,224 2	0,28	0,054
2	**1,00**	0,524 8	0,524 8	0,528 7	0,526 1	0,47	0,051
3	**1,50**	0,836 5	0,837 3	0,840 4	0,838 1	0,66	0,051
4	**2,00**	1,156 0	1,156 0	1,152 1	1,154 7	0,85	0,051
5	**2,50**	1,517 5	1,521 4	1,520 6	1,519 8	0,98	0,051
6	**3,00**	1,941 1	1,925 6	1,937 3	1,934 7	1,07	0,052
7	**3,50**	2,319 7	2,323 6	2,314 3	2,319 2	1,18	0,051
8	**4,00**	2,633 0	2,629 1	2,631 4	2,631 2	1,37	0,051
9	**4,50**	3,444 5	3,438 3	3,442 2	3,441 7	1,06	0,051

CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el laboratorio de Metrología de Pinzuar en su laboratorio de fuerza ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	20,4 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	20,4 °C
Humedad Relativa Máxima:	50 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	53 % HR

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.2), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k = 2,01 y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar acoediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, el equipo debe calibrarse si se somete a reparaciones importantes.
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. NA-27099-002

Fin del Certificado

138/r

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-27112-012 R0

Equipo *Instrument*	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PS-107-C
Número de Serie *Serial Number*	141 // G034C21143
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-001
Intervalo de Medición *Measurement Range*	De 2 kgf a 32 kgf, con factor de multiplicación 1:5 y 1:10
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Córdoba - Montería
Fecha de Verificación *Date of verification*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 30
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en este página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Analógica
Equipo bajo Calibración	Equipo Automático para Ensayo de Corte Directo
Intervalo de Medición Calibrado	De 2 kgf hasta 32 kgf
Instrumentos de Referencia	Transductor de Fuerza de 5 kN
Certificados de Calibración	5577 del INM

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura y se concluyó que no presenta ninguna condición adversa que impida la correcta ejecución de la calibración. El proceso consiste en medir la fuerza ejercida por el brazo en cada relación de consolidación al emplear pesas de masa conocida.

Los valores medidos y los resultados calculados se corrigeron mediante los polinomios incluidos en los certificados de los equipos de referencia empleados.

Tabla 1.
Datos de medición para la compresión en CONSOLIDACION.

FACTOR 1:5	Indicaciones Registradas del IBC en N					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie 1	10,918	21,742	43,561	87,61	177,32	5,478
Serie 2	10,951	21,767	43,843	87,9	176,9	
Lectura Promedio	10,935	21,755	43,702	87,75	177,11	
Factor	5,5	5,4	5,5	5,5	5,5	

FACTOR 1:10	Indicaciones Registradas del IBC en N					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie 1	20,061	40,484	81,287	163,05	325,9	10,138
Serie 2	20,084	40,654	81,175	162,51	325,96	
Lectura Promedio	20,073	40,569	81,231	162,78	325,93	
Factor	10,0	10,1	10,2	10,2	10,2	

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR.

LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración fue ejecutada en Laboratorio de Consultorías Goetecnia y Medio Ambiente S.A.S. ubicado en la ciudad de Córdoba -Montería. Durante la calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,3 °C
Humedad Relativa Máxima:	66 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	65 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,1 hPa

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbre requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, el equipo debe calibrarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. Con el presente certificado de calibración se adjunta la etiqueta de calibración No. NA-27112-012

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-27112-001 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PC-180
Número de Serie *Serial Number*	233
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 16
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales o internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-004

F-27112-001 R0

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,1 kN
Resolución	0,1 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	20 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1, 2 y 3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	100,0	100,53	100,79	----	100,56	----	100,63
20	200,0	201,78	201,81	----	202,06	----	201,88
30	300,0	303,41	302,57	----	302,51	----	302,83
40	400,0	403,12	402,90	----	403,65	----	403,22
50	500,0	504,08	501,10	----	503,37	----	502,85
60	600,0	604,01	602,99	----	602,92	----	603,31
70	700,0	705,61	704,04	----	703,02	----	704,22
80	800,0	803,92	801,80	----	803,99	----	803,24
90	900,0	906,62	907,48	----	905,27	----	906,45
100	1 000,0	1 006,8	1 006,9	----	1 006,9	----	1 006,9

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-034

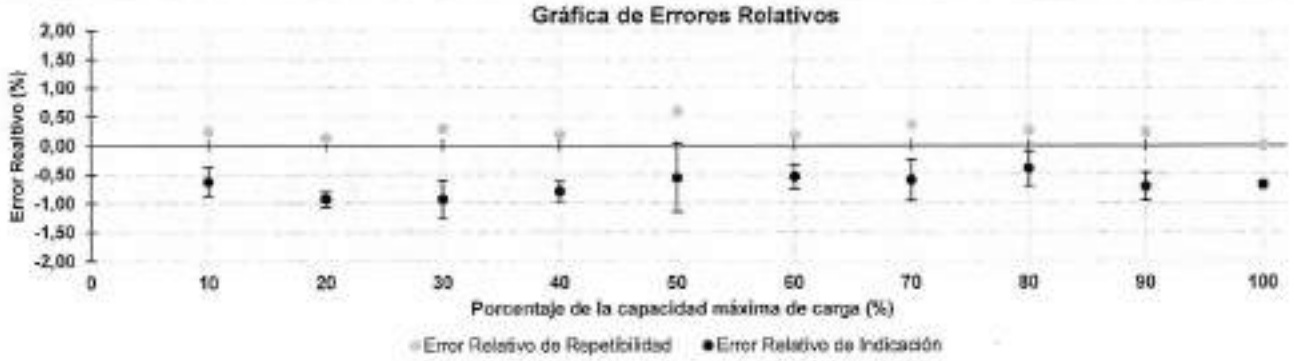
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realtivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
10	100,0	-0,63	0,25	—	0,100	0,25	0,25	2,65
20	200,0	-0,93	0,14	—	0,050	0,27	0,13	2,37
30	300,0	-0,93	0,30	—	0,033	0,98	0,33	3,31
40	400,0	-0,80	0,18	—	0,025	0,69	0,17	2,87
50	500,0	-0,57	0,59	—	0,020	3,0	0,59	3,31
60	600,0	-0,55	0,18	—	0,017	1,2	0,21	3,31
70	700,0	-0,60	0,37	—	0,014	2,5	0,36	3,31
80	800,0	-0,40	0,27	—	0,013	2,4	0,30	3,31
90	900,0	-0,71	0,24	—	0,011	2,2	0,24	3,31
100	1 000,0	-0,684	0,015	—	0,010	0,39	0,039	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	30,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	30,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	74 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	70 % HR

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
51-LAC-004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-1,31307 E00	1,02393 E00	-4,41433 E-05	2,87597 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	100,67	110,82	120,97	131,11	141,25
150,0	151,38	161,50	171,62	181,73	191,84
200,0	201,94	212,03	222,12	232,21	242,29
250,0	252,36	262,43	272,50	282,56	292,62
300,0	302,67	312,72	322,77	332,81	342,85
350,0	352,89	362,92	372,95	382,98	393,01
400,0	403,04	413,06	423,06	433,10	443,12
450,0	453,14	463,15	473,17	483,18	493,20
500,0	503,21	513,22	523,24	533,25	543,27
550,0	553,28	563,30	573,31	583,33	593,35
600,0	603,37	613,39	623,41	633,43	643,46
650,0	653,49	663,52	673,55	683,59	693,63
700,0	703,67	713,72	723,77	733,82	743,88
750,0	753,94	764,00	774,07	784,14	794,22
800,0	804,30	814,39	824,48	834,58	844,69
850,0	854,80	864,91	875,03	885,16	895,29
900,0	905,43	915,58	925,73	935,90	946,06
950,0	956,24	966,42	976,61	986,81	997,02
1 000,0	1 007,2				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,0	100,83	100,67	0,0
200,0	201,88	201,94	0,1
300,0	302,83	302,67	- 0,2
400,0	403,22	403,04	- 0,2
500,0	502,85	503,21	0,4
600,0	603,31	603,37	0,1
700,0	704,22	703,67	- 0,6
800,0	803,24	804,30	1,1
900,0	906,45	905,43	- 1,0
1 000,0	1 006,9	1 007,2	0,3

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=3,307 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Lo resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-001

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

192/R

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-27112-002 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA MANUAL CON ANILLO DE CARGA
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	No presenta
Número de Serie *Serial Number*	10105
Identificación Interna *Internal identification*	LS-003
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	800 Unidad Dial
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	06

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-034

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	No Identificable
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Analógica
División de Escala	1 Unidad Dial
Resolución	0,5 Unidad Dial
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	50 Unidad Dial

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\ y\ 3}$
%	Unidad Dial	kN	kN	----	kN	----	kN
20	160	0,517 6	0,519 6	----	0,518 2	----	0,518 5
30	240	0,806 6	0,810 2	----	0,810 2	----	0,809 0
40	320	1,087 3	1,091 5	----	1,088 8	----	1,089 2
50	400	1,367 7	1,371 7	----	1,370 5	----	1,370 0
60	480	1,654 1	1,651 3	----	1,651 0	----	1,652 1
70	560	1,934 1	1,931 0	----	1,929 6	----	1,931 6
80	640	2,218 6	2,215 4	----	2,214 3	----	2,216 1
90	720	2,498 0	2,494 8	----	2,488 9	----	2,493 9
100	800	2,781 2	2,779 8	----	2,778 1	----	2,779 7

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC Acreditado
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-27112-002 R0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realtivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC (*)		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN (*)	%	%	%	%	kN	%	-----
20	**0,520**	0,39	0,38	----	0,334	2,0E-03	0,39	2,13
30	**0,807**	-0,28	0,45	----	0,215	3,6E-03	0,45	2,52
40	**1,090**	0,11	0,39	----	0,159	3,8E-03	0,35	2,52
50	**1,372**	0,16	0,30	----	0,127	3,7E-03	0,27	2,37
60	**1,653**	0,04	0,19	----	0,105	3,3E-03	0,20	2,21
70	**1,933**	0,07	0,23	----	0,090	4,1E-03	0,21	2,32
80	**2,214**	-0,10	0,20	----	0,078	4,1E-03	0,19	2,26
90	**2,496**	0,08	0,36	----	0,070	8,6E-03	0,35	2,87
100	**2,780**	0,00	0,11	----	0,063	3,7E-03	0,13	2,06

(*) Se utilizó la funcion de regresión polinomial mostrada en la página 4 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria - Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	30,9 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	30,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	70 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	65 % HR

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-6,34841 E-02	3,71000 E-03	-3,97051 E-07	2,58115 E-10		9,9999 E-01

Ecuación 1: donde F (Unidad Dial) es la fuerza calculada y X (Unidad Dial) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (Unidad Dial)

Indicación Unidad Dial	0	8	16	24	32
160	0,521 01	0,549 81	0,578 58	0,607 32	0,636 03
200	0,664 70	0,693 34	0,721 95	0,750 53	0,779 09
240	0,807 61	0,836 11	0,864 59	0,893 03	0,921 45
280	0,949 85	0,978 23	1,006 6	1,034 9	1,063 2
320	1,091 5	1,119 8	1,148 0	1,176 3	1,204 5
360	1,232 7	1,260 9	1,289 1	1,317 2	1,345 4
400	1,373 5	1,401 6	1,429 7	1,457 9	1,485 9
440	1,514 0	1,542 1	1,570 2	1,598 3	1,626 3
480	1,654 4	1,682 4	1,710 5	1,738 5	1,766 6
520	1,794 6	1,822 7	1,850 8	1,878 8	1,906 9
560	1,934 9	1,963 0	1,991 1	2,019 1	2,047 2
600	2,075 3	2,103 4	2,131 5	2,159 7	2,187 8
640	2,215 9	2,244 1	2,272 3	2,300 5	2,328 7
680	2,356 9	2,385 1	2,413 4	2,441 6	2,469 9
720	2,498 2	2,526 8	2,554 9	2,583 3	2,611 7
760	2,640 1	2,668 5	2,697 0	2,725 5	2,754 0
800	2,782 6				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC Unidad Dial	Promedio S1, 2 y 3 kN (*)	Por Interpolación kN (*)	Residuales kN (*)
160	0,518 5	0,521 0	0,002 5
240	0,809 0	0,807 6	-0,001 4
320	1,089 2	1,091 5	0,002 3
400	1,370 0	1,373 5	0,003 5
480	1,652 1	1,654 4	0,002 2
560	1,931 6	1,934 9	0,003 3
640	2,216 1	2,215 9	-0,000 1
720	2,493 9	2,496 2	0,004 3
800	2,779 7	2,782 6	0,002 8

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (lbf) a (N) = 0,224 809 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guie for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en lbf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	lbf	lbf	lbf	---	lbf	---	lbf
20	117,01	116,36	116,80	---	116,50	---	116,55
30	181,38	181,34	182,15	---	182,14	---	181,88
40	245,14	244,43	245,38	---	244,78	---	244,86
50	308,47	307,46	308,38	---	308,10	---	307,98
60	371,55	371,86	371,23	---	371,15	---	371,42
70	434,56	434,81	434,10	---	433,80	---	434,24
80	497,68	498,77	498,03	---	497,79	---	498,19
90	561,07	561,57	560,84	---	559,53	---	560,65
100	624,93	625,25	624,93	---	624,55	---	624,91

Tabla 8.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	lbf	%	%	%	%	lbf	%	-----
20	117,01	0,39	0,38	---	0,334	0,46	0,39	2,13
30	181,38	-0,26	0,45	---	0,215	0,82	0,45	2,52
40	245,14	0,11	0,39	---	0,159	0,86	0,35	2,52
50	308,47	0,16	0,30	---	0,127	0,83	0,27	2,37
60	371,55	0,04	0,19	---	0,105	0,73	0,20	2,21
70	434,56	0,07	0,23	---	0,090	0,93	0,21	2,32
80	497,68	-0,10	0,20	---	0,078	0,93	0,19	2,26
90	561,07	0,08	0,36	---	0,070	1,9	0,35	2,87
100	624,93	0,00	0,11	---	0,063	0,82	0,13	2,06

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,869 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

Lo resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN.
Modelo	S9M/5kN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017418.
Certificado de Calibración	5577 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-28.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-002

Fin del Certificado

Montería, 25 de marzo de 2025.

Señores
MUNICIPIO DE MONTERIA
Ciudad

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado el Estudio de suelos, Geotecnia y estudios de mitigación de riesgo por inundación del proyecto **"CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA – ETAPA 1",** a construirse en el Municipio de Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados en el presupuesto, que anexo debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y cedula de ciudadanía, certificado profesional vigente.



PABLO EUGENIO CASTILLA NEGRETE
Ingeniero Civil
Especialista en Mecánica de Suelos y cimentaciones
C.C. N° 73.143.152 de Monteria, Córdoba
T.P. No 13202-51172 BLV

146

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 73.143.152
CASTILLA NEGRETE

APELLIDOS
PABLO EUGENIO

NOMBRES



FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 17-AGO-1970

MONTERIA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.79 ESTATURA | A+ G.S. RH | M SEXO

30-SEP-1988 CARTAGENA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

R-1300100-00359510-M-0073143152-20120202 00291 19800H 1 5020643842

COPNIA

Matrícula Profesional No.
13202-51172 BLV
Fecha de Expedición: **14/06/1994**

Nombre:
PABLO EUGENIO CASTILLA NEGRETE

Identificación:
C.C. 7914315J

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116090

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3429207

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que PABLO EUGENIO CASTILLA NEGRETE, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 73143152, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 13202-51172 desde el 16 de Junio de 1994, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 102.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Marzo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular l.o invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

DOCUMENTO TECNICO DE SOPORTE

Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

MUNICIPIO DE MONTERÍA

DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

"CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA – ETAPA 2 (MANZANA CENTRAL)"

2025

Alcaldía de
MONTERÍA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. LOCALIZACIÓN 7
   2.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO 7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7
   3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL 7
   3.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EXISTENTE 8
   3.3 MAGNITUD ACTUAL DEL PROBLEMA 11
4. PARTICIPANTES 11
   4.1 ANÁLISIS DE LOS PARTICIPANTES 11
   4.2 FACTORES ANALIZADOS 12
5. POBLACIÓN 13
   5.1 POBLACIÓN AFECTADA 13
   5.2 POBLACIÓN BENEFICIADA 13
6. OBJETIVOS 13
   6.1 OBJETIVO GENERAL 14
   6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 14
   7.1 Análisis técnico de la alternativa 15
   7.2 Estudio de necesidades 16
8. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA 18
   8.1 DIAGNÓSTICO 18
      8.1.1 Análisis funcional 18
      8.1.2 Análisis biofísico 19

8.1.3 Análisis del contexto social 20
8.1.4 Estado actual del sector a intervenir 21
8.2 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO 23
8.3 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN 24
8.3.1 Localización del proyecto 24
8.3.2 Lineamientos generales 26
8.3.3 Decisiones de ordenamiento 26
8.3.4 Usos 26
8.3.5 Descripción general 27
8.3.6 Unidades de gestión 28
8.4 NORMATIVIDAD URBANA 29
8.4.1 Etapa 1 – Manzana halterofilia 29
8.4.2 Etapas 2 y 3 – Manzana central 30
8.5 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO 31
8.5.1 Unidad de gestión 2 31
9. CRONOGRAMA 38
9.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA 38
9.2 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FINANCIERA 38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Árbol de problemas 8
Ilustración 2 Costado oriental del lote 21
Ilustración 3 Esquina entre calle 26 con carrera 23 22
Ilustración 4 Costado sur del lote - límite con casa comunal 22
Ilustración 5 Cancha de futbol actual - Costado occidental del lote 22
Ilustración 6 Estado actual del terreno 23
Ilustración 7 Límite de lote con Iglesia de La Pradera 23
Ilustración 8 Localización de la unidad deportiva del suroriente 25
Ilustración 9 Distribución predial del plan maestro 25
Ilustración 10 Plano plan maestro unidad deportiva del suroriente 28
Ilustración 11 Distribución etapas unidad deportiva del suroriente 29
Ilustración 12 Zonificación manzana halterofilia 31
Ilustración 13 Planta arquitectónica bloque halterofilia 32
Ilustración 14 Planta arquitectónica canchas de fútbol 7 35

151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de clubes o escuelas deportivas 10
Tabla 2 Matriz de identificación de participantes 12
Tabla 3 Información catastral unidad deportiva del suroriente 26
Tabla 4 Parqueaderos unidad deportiva del suroriente etapa 1 30

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Montería ha experimentado un notable crecimiento poblacional en las últimas décadas. Este crecimiento, impulsado por diversos factores como la migración interna y el desarrollo económico, ha generado una creciente demanda de servicios y espacios recreativos y deportivos para satisfacer las necesidades de una población en constante expansión.

A pesar de este aumento demográfico, Montería enfrenta un desafío significativo en lo que respecta a la infraestructura deportiva. La falta de escenarios adecuados se ha convertido en una preocupación latente para los habitantes de la ciudad, esta carencia limita las opciones para la práctica deportiva, la recreación y el ejercicio físico, dejando a muchos sin la oportunidad de participar en actividades que promueven la salud y el bienestar.

Si bien, el municipio cuenta numerosas escuelas y clubes deportivos y un creciente interés por parte de la comunidad en participar en actividades físicas, los escenarios deportivos disponibles no son suficientes o carecen de la infraestructura idónea para atender la demanda deportiva que se encuentra en constante aumento. Esta situación ha llevado a una sobreutilización de las instalaciones existentes, resultando en el deterioro de muchos escenarios que están siendo utilizados inadecuadamente, y también se generan largas esperas para acceder a estos, lo que está conllevando en una calidad de práctica disminuida debido a la falta de espacio y tiempo adecuados. En este contexto, se hace evidente la necesidad urgente de inversión en nuevas infraestructuras deportivas que puedan satisfacer la demanda de las necesidades de una población en crecimiento y promover un estilo de vida activo y saludable.

La formulación del proyecto para mejorar y aumentar la oferta de escenarios deportivos en Montería se fundamenta en un enfoque integral que busca no solo cubrir las necesidades deportivas identificadas, sino también promover la participación activa de la ciudadanía en su diseño, implementación y disfrute. Asimismo, el proyecto contemplará la implementación de programas de

mantenimiento y gestión eficientes, asegurando la sostenibilidad a largo plazo de estas nuevas infraestructuras. En su conjunto, estas medidas buscan no solo satisfacer la creciente demanda de espacios deportivos, sino también fomentar un estilo de vida saludable y activo promoviendo la construcción del tejido social a través del deporte entre los habitantes de Montería, en línea con los objetivos y metas del plan de desarrollo municipal.

2. LOCALIZACIÓN

2.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

El municipio de Montería está situado en la zona centro del departamento de Córdoba, correspondiente a las tierras planas y ligeramente onduladas, de los Valles de los ríos San Jorge y Sinú, entre las coordenadas 08°45´27" de latitud Norte y 75°53´24" de longitud Oeste, cubre un área total de 3141 Km2.

Limita al Norte con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete y San Carlos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La iniciativa surge a partir de la necesidad de proporcionar escenarios deportivos adecuados y seguros para la práctica de diferentes deportes a nivel formativo y donde se puedan desarrollar competencias a nivel municipal, departamental, regional y nacional. Lo anterior teniendo en cuenta que la ciudad no cuenta con suficientes espacios para suplir la demanda actual y futura.

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL

Baja disponibilidad de escenarios y complejos deportivos para la práctica, la formación y la preparación de deportistas en el municipio de Montería.

Efectos indirectos	1.1 Disminución en el número de deportistas de alto rendimiento en la ciudad	2.2 Aumento en enfermedades por sedentarismo en la población de Montería
Efectos directos	1. Disminución en el número de escuelas y/o grupos de entrenamiento deportivo	2. Bajo aprovechamiento del tiempo libre a través de la población de Montería
Problema central	Baja disponibilidad de escenarios y complejos deportivos para la práctica, la formación y la preparación de deportistas en el municipio de Montería.	
Causas directas	Inexistencia de infraestructura deportiva en optimas condiciones para la practica, la formacion y la preparación de deportistas y disfrute de la comunidad en general en el municipio de Monteria	
Causas indirectas	1.1 Baja disposición de recursos humanos y financieros para formulación y estructuración de proyectos de construcción de obras de alto impacto deportivo	
Causas indirectas	1.2 Bajo numero de programas y proyectos enfocados a fortalecer el sector	

Ilustración 1 Árbol de problemas
Fuente: Elaboración propia

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EXISTENTE

El crecimiento poblacional y el aumento en la práctica deportiva en Montería han generado una demanda creciente de escenarios deportivos. Los escenarios existentes son insuficientes o inadecuados para satisfacer esta demanda, lo que limita el desarrollo y la participación de los deportistas locales. Además, los escenarios disponibles están siendo utilizados para prácticas diferentes a las propuestas, lo que resalta la urgencia de construir nuevas instalaciones que atiendan las necesidades específicas de cada disciplina.

El proyecto de la unidad deportiva se plantea estratégicamente al suroriente de la ciudad para complementar los escenarios deportivos existentes en esta, y fortalecer los escenarios públicos de este sector de la ciudad, asegurando una distribución equitativa de instalaciones cualificadas, facilitando el acceso a una mayor parte de la población, lo que implica mayor cobertura; con este proyecto también se busca la consolidación urbana del sector aprovechando los vacíos urbanos existentes para complementar los usos actuales.

En el sector se cuenta con cinco instituciones educativas que albergan 7.183 estudiantes y que no cuentan con escenarios deportivos óptimos.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	# ESTUDIANTES	ESCENARIOS EXISTENTES	ESTADO
IE José María Córdoba	2.254	Canchas de fútbol	Malo
IE Camilo Lamadrid	197	No tiene	N/A
IE La Pradera	2.483	Fútbol, baloncesto, voleibol	Regular
IE Victoria Manzur	1.467	Fútbol, baloncesto, voleibol	Regular
IE El Paraiso	782	No tiene	N/A
TOTAL	**7.183**		

Tabla 1 Relación instituciones educativas del sector
Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Secretaría de Educación

De acuerdo con la información suministrada por el Instituto Municipal de Deporte y Recreación (IMDER), se cuenta con las siguientes escuelas y clubes deportivos:

DEPORTE	CLUB - ESCUELA	# DEPORTISTAS
Baloncesto	Club deportivo cocodrilos	47
	Club deportivo de baloncesto águilas	32
	Club deportivo baloncesto fénix Montería	150
Fútbol	Club deportivo Elías Peinado FC Montería	80
	Club deportivo Orlay Moreno FC	75
	Club deportivo talento del sur Cristian Ojeda	95
	Club deportivo la academia de fútbol las leonas de Montería	18
	Club deportivo Rey Pele - sede La Pradera	70
	Club deportivo Real Talento FC	82
Fútbol de salón	Club deportivo real Canta Claro	20
Natación	Club deportivo Atlantis - natación	56
	Club deportivo swimmers	25
	Club deportivo delfines Córdoba sport	27

Voleibol	Club deportivo Alfavol	31
	Club levantadores	120
Patinaje	Club Deportivo fire skate Montería	20
	Club de patinaje 8 ruedas	50
	Club deportivo patinaje samaria	72
	Escuela patinaje rueda patín	85
	Club Pradera patín	26
	Club de patinaje voluntad	30
	Club de patinaje Cordopatín	180
Halterofilia	Club Real Talento	80
	Club alta potencia	23
	Club fuerza máxima	37
TOTAL		**1.334**

Tabla 2 Relación de clubes o escuelas deportivas
Fuente: Elaboración propia a partir de información del IMDER

Adicionalmente también se encuentran 4 clubes de boxeo, 2 de ajedrez y 4 de sóftbol, no obstante, no se cuenta con datos sobre el número de usuarios. En este contexto, se identifica una alta demanda principalmente para disciplinas como patinaje, baloncesto, voleibol, halterofilia y natación, que no cuentan con escenarios públicos cualificados en el sector que garanticen prácticas deportivas seguras. La ausencia de una pista de patinaje de ruta representa una carencia significativa en la oferta deportiva de la ciudad, mientras que la falta de un polideportivo cubierto adecuado limita la práctica de estas disciplinas. La inclusión de estas instalaciones permitirá el desarrollo y la promoción de estas actividades en la comunidad.

El proyecto se considera una prioridad y de importancia estratégica para la ciudad, ya que busca reducir los niveles de sedentarismo y promover el deporte como método para mejorar la salud física y mental de los habitantes del municipio y un elemento de tejido social en la construcción de ciudadanía. Al proporcionar instalaciones deportivas accesibles y atractivas, se espera fomentar, a través de programas de formación, un estilo de vida activo y saludable en toda la comunidad, contribuyendo asi al bienestar general de los ciudadanos de Montería. Adicionalmente estos espacios se emplearán para albergar disciplinas como

159/r

gimnasia, bádminton y ajedrez en los juegos nacionales 2027 que se desarrollarán en los departamentos de Córdoba y Sucre.

3.3 MAGNITUD ACTUAL DEL PROBLEMA

La existencia y disponibilidad de infraestructura para formación de deportistas en el municipio es inferior al 50%. Fuente: Secretaria de Infraestructura – 2024.

4. PARTICIPANTES

4.1 ANÁLISIS DE LOS PARTICIPANTES

Para la identificación de los participantes se tuvo en cuenta la siguiente información:

Municipio de Montería:

El ente administrativo es el encargado de la formulación y elaboración del proyecto, al igual que de gestionar los recurso para el proceso de contratación y posteriormente la supervisión de la ejecución de la obra desde su inicio hasta la liquidación.

Comunidad barrio La Pradera:

La comunidad y los clubes deportivos fueron los actores iniciales del proyecto, trayendo a la mesa la necesidad y pertinencia de un nuevo espacio para la práctica de las diferentes disciplinas y de la mano del municipio darle vida al proyecto de la Unidad Deportiva del Suroriente.

La comunidad participará como veedora del proceso, velando por el desarrollo oportuno de la obra y su terminación.

Federaciones, ligas o clubes:

Se involucraron estos actores en el marco de un diseño participativo para la formulación de un proyecto con escenarios óptimos que se ajusten a las necesidades que día a día presentan nuestros deportistas.

Contratista e interventoría de obra:

El contratista será el encargado de ejecutar la obra cumpliendo con la normativa, especificaciones técnicas, detalles de diseño, objeto, valor y tiempo contemplado en el contrato y a su vez interventoría serán los encargados de velar que la obra se ejecute según lo mencionado.

ACTOR	INTERÉS - EXPECTATIVA	POSICIÓN	CONTRIBUCIÓN O GESTIÓN
Alcaldía de Montería	Interés en la estructuración y puesta en operación de un proyecto idóneo para la formación de deportistas.	Cooperante	Técnica y financiera
Gobernación de Córdoba	Interés en el desarrollo de un proyecto exitoso de cohesión social.	Cooperante	Financiera mediante convenios de cooperación
Ministerio del Deporte	Verificar la normatividad del sector	Cooperante	Técnica y financiera
Vecinos del sector		Beneficiarios	
Comunidad deportiva		Beneficiarios	
Curaduría urbana	Verificar y validar el cumplimiento de las normas urbanas en la etapa de diseño.	Cooperante	Emitir las licencias respectivas

Tabla 3 Matriz de identificación de participantes
Fuente: Elaboración propia

4.2 FACTORES ANALIZADOS

- Aspectos administrativos y políticos
- Cercanía a la población objetivo
- Disponibilidad de terrenos
- Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (agua, energía y otros)

5. POBLACIÓN

5.1 POBLACIÓN AFECTADA

La zona de estudio se concentra entre las comunas 4 y 6 de la ciudad, que cuentan con 186.639 habitantes, distribuidos en los siguientes grupos etarios:

GRUPO ETARIO	COMUNA 4	COMUNA 6
Niños	23.659	19.949
Adolescentes	8.248	6.955
Adultos	56.985	48.048
Adultos mayores	12.367	10.428
TOTAL	**101.259**	**85.380**

Table 4 Población área de estudio
Fuente: Elaboración propia a partir de proyección censo DANE 2018

5.2 POBLACIÓN BENEFICIADA

La población directamente beneficiada es de 20.175 personas, 8.465 correspondientes a los deportistas de los clubes y los estudiantes de las instituciones educativas, además de los 11.710 habitantes del barrio La Pradera que se beneficiarán con las actividades lúdicas del proyecto.

6. OBJETIVOS

Fines indirectos	1.1 Aumento en el número de deportistas de alto rendimiento en la ciudad	2.2 disminución en enfermedades por sedentarismo en la población de Montería
Fines directos	1. Aumento en el número de escuelas y/o grupos de entrenamiento deportivo	2. Alto aprovechamiento del tiempo libre a través de la población de Montería
Objetivo central	Aumentar la disponibilidad de escenarios y complejos deportivos para la práctica, la formación y la preparación de deportistas, así como el disfrute de la comunidad en general en el municipio de Montería.	

Objetivo especifico	Construir de infraestructura deportiva en óptimas condiciones para la práctica, la formación y la preparación de deportistas y disfrute de la comunidad en general en el municipio de Montería.
Medios	Disponer recursos humanos y financieros para formulación y estructuración de proyectos de construcción de obras de alto impacto deportivo
Medios	Articular programas para el fortalecimiento y apoyo a deportistas

Ilustración 2 Árbol de objetivos
Fuente: Elaboración propia

6.1 OBJETIVO GENERAL

Aumentar la disponibilidad de escenarios y complejos deportivos para la práctica, la formación y la preparación de deportistas, así como el disfrute de la comunidad en general en el municipio de Montería.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mejorar las condiciones para la formación de deportistas con la construcción de una pista de patinaje de ruta y un escenario múltiple.

Aumentar la disponibilidad de espacios para la recreación y las prácticas deportivas de fútbol y halterofilia.

Mejorar las condiciones del espacio público en este sector de la ciudad que coadyuven con la construcción de ciudadanía.

7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Alternativa 1: Construcción de infraestructura deportiva para la formación y preparación de deportistas en el municipio de Montería

7.1 Análisis técnico de la alternativa

El proyecto aportará al mantenimiento y/o reemplazo de mobiliarios o equipos del espacio público para la ciudad para el desarrollo de actividades recreativas gracias a cancha polideportiva, pista patinaje de ruta, gimnasio al aire libre, juegos infantiles y pista de trote que sirven para la práctica de deportes, ejercicios y otras actividades de carácter saludable, activo y recreativo para todas las edades, así como actividades de estancia pasiva y circulación gracias a los senderos, plazoletas y zonas verdes, todas estas generando interacción entre ciudadanos.

Los equipos, mobiliario, elementos y módulos contenidos en el espacio público que se encuentren inutilizables o no sean recuperables mediante un mantenimiento, serán reemplazados por nuevos.

Actividades por realizar:

1. Construcción de nuevos parques conforme las necesidades de la comunidad.
2. Construcción de escenarios especializados para la formación y preparación de deportistas: El proyecto de la unidad deportiva del suroriente aportara dos nuevos escenarios deportivos para la ciudad, un polideportivo múltiple cubierto y una pista de patinaje de ruta para competencia, una sala de halterofilia y dos canchas de fútbol 7 para formación, así como nuevo espacio público todo esto dentro de aproximadamente 2Ha que se ejecutarán en tres unidades de gestión.
3. Construcción de escenarios para la práctica de tenis y BMX.

Nombre de la alternativa	Descripción de la evaluación: Rentabilidad/Costo-Eficiencia/ Costo Mínimo.	Breve justificación de la Alternativa seleccionada
Construcción de infraestructura deportiva para la formación y preparación de deportistas en el municipio de Montería	Rentabilidad: Si	La relación costo/ beneficio garantiza la prestación de un servicio optimo a todos los participantes. El proyecto le aporta al municipio de Montería mayor oferta de escenarios deportivos y le garantiza a los usuarios seguridad en la práctica deportiva.

Tabla 5 Análisis de alternativas
Fuente. Elaboración propia

7.2 Estudio de necesidades

Bien o servicio: Infraestructura deportiva construida para la formación de deportistas.

Descripción: Instalación con destinación específica para el desarrollo del deporte de alto rendimiento. Cuenta con escenarios cubiertos y descubiertos especializados para el desarrollo, capacitación, entrenamiento, perfeccionamiento y concentración de deportistas de alto rendimiento en variadas disciplinas simultáneamente.

Medido a través de: Número

Descripción de la demanda: Cantidad de escenarios deportivos de alto rendimiento propuestos.

Descripción de la oferta: Cantidad de escenarios deportivos de alto rendimiento que serán construidos.

Estimación del déficit:

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2024	0	3	-3
2025	0	3	-3
2026	0	3	-3
2027	0	3	-3

Tabla 6 Estimación del déficit
Fuente. Elaboración propia

8. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

8.1 DIAGNÓSTICO

8.1.1 Análisis funcional

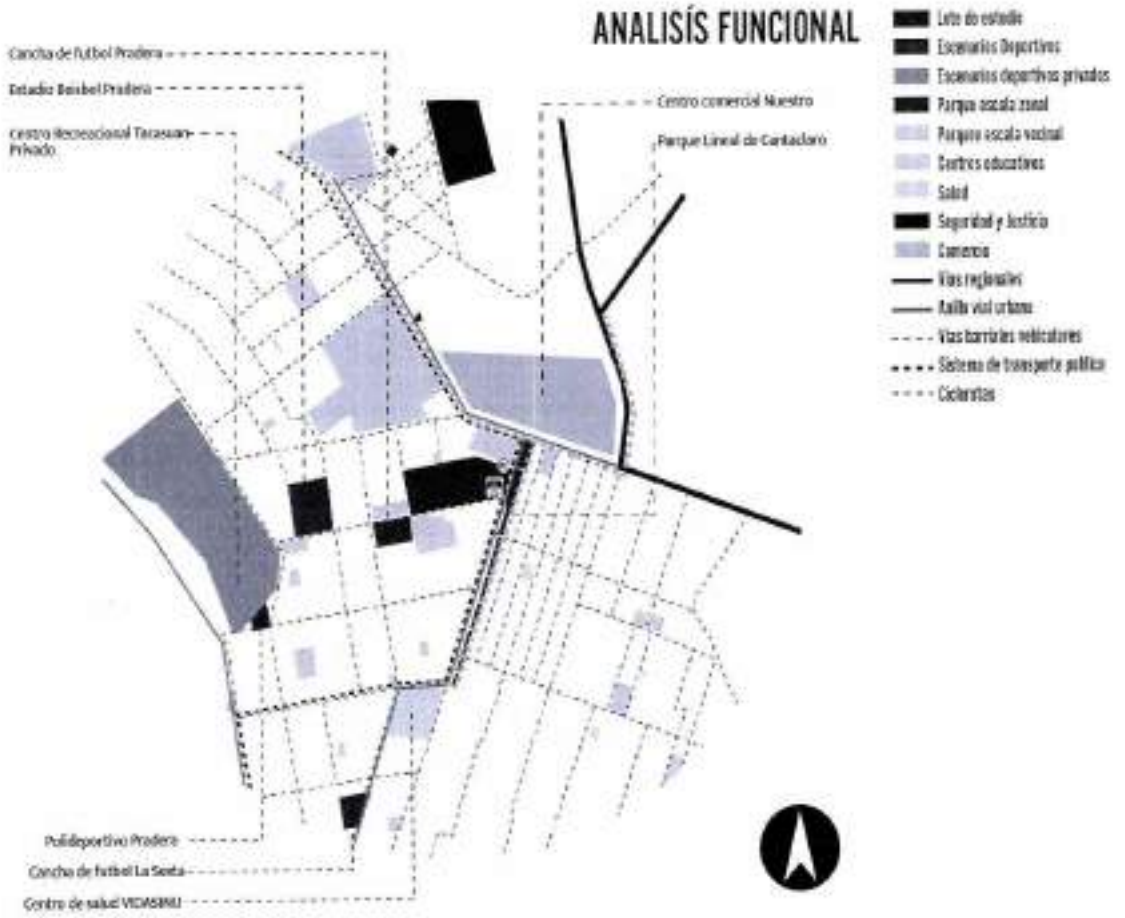


Ilustración 3 Análisis funcional - sector
Fuente: Elaboración propia

Los predios donde se desarrollará la unidad deportiva del suroriente se encuentran estratégicamente ubicados en un punto central de las comunas 4 y 6, donde se puede beneficiar a la población de las instituciones educativas que carecen de espacios óptimos para la práctica deportiva. Igualmente ayudará a complementar la oferta deportiva en la ciudad, al mismo tiempo que se generan espacios diferentes

a los existentes en los parques de la zona, que en su mayoría son netamente lúdicos, propiciando relaciones de complementariedad entre la oferta recreativa y deportiva.

Los lotes son de fácil acceso desde diferentes puntos de la ciudad, gracias a su ubicación cercana a vías principales y sistema de transporte público.

8.1.2 Análisis biofísico

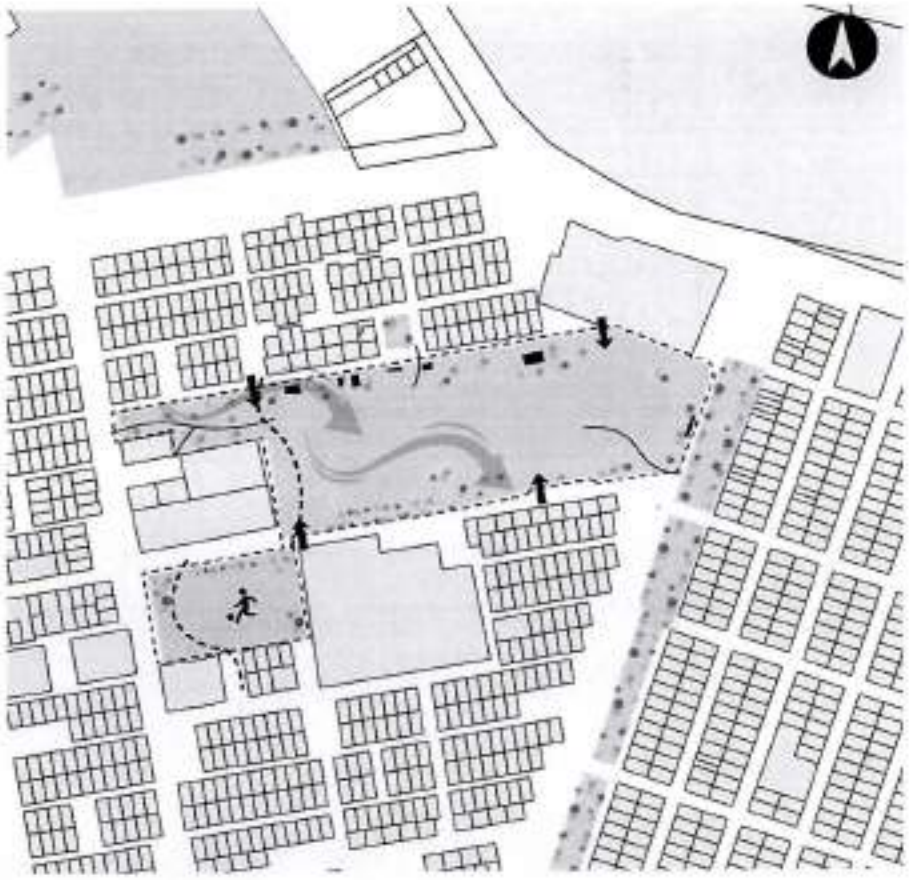


Ilustración 4 Análisis biofísico – proyecto
Fuente: Elaboración propia

La vegetación existente en el lote de estudio genera puntos estratégicos de encuentro en los bordes del lote.

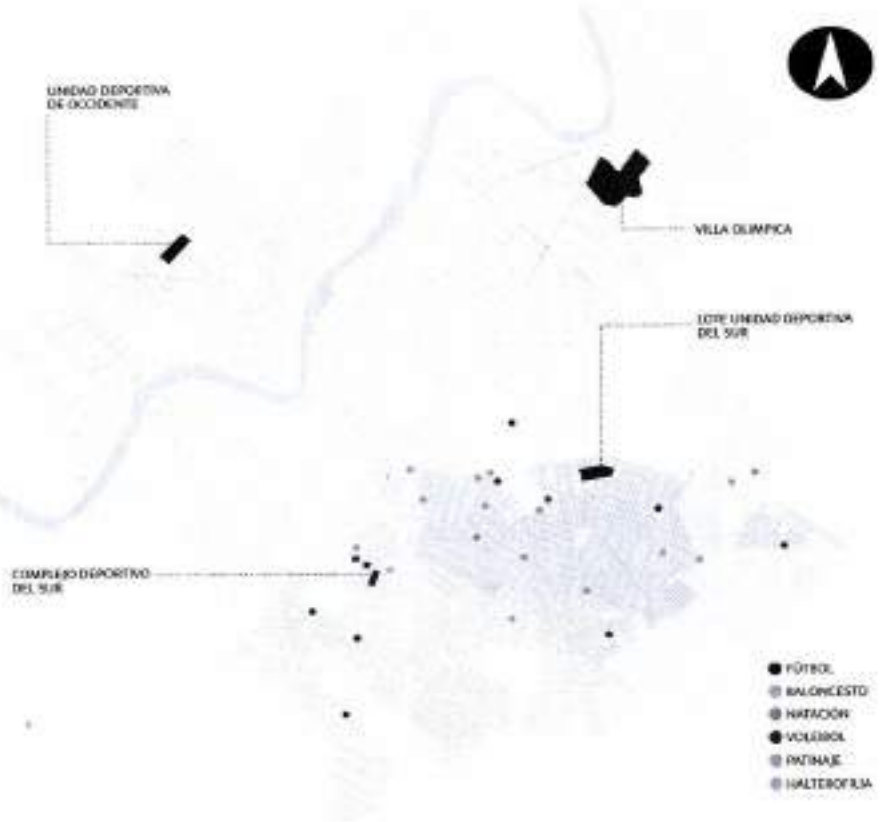
La vegetación del lote ayuda a complementar la estructura ecológica principal de la zona al unirse con parques lineales aledaños.

La falta de andenes alrededor del lote genera rutas inconclusas para los peatones.

Las sendas de deseo formadas por los peatones a través de los predios marcan circulaciones para tener en cuenta en la intervención.

Incluir el lote del costado sur donde se encuentra actualmente una cancha de futbol es fundamental para el desarrollo deportivo de este sector de la ciudad.

8.1.3 Análisis del contexto social



La zona de estudio se concentra entre las comunas 4 y 6 de la ciudad, en la que se presentan los estratos 1,2 y 3, siendo 2 el predominante. Las dos comunas cuentan con 186.639 habitantes. Cuenta con clubes de fútbol, baloncesto, natación, voleibol, patinaje y halterofilia.

Con el fin de establecer las preferencias y necesidades de la comunidad del sector se llevaron a cabo dos reuniones, en la primera se le presentó a la comunidad tres alternativas para la elección de los escenarios principales y una lista de escenarios complementarios; en la segunda se realizó un sondeo con preguntas de percepción del espacio y de ocupación y uso.

Se realizo un sondeo con 25 habitantes de la comuna 06

La percepción del lote de estudio es que es poco seguro, principalmente en los puntos centrales del lote, la percepción cambia un poco en la zona norte del lote donde algunos habitantes expresan sentirse muy seguros

La mayoría de los habitantes afirman que actualmente el lote es poco agradable

La mayoría de los habitantes afirman que el lote funciona como una barrera de paso en los diferentes puntos, a excepción de la conexión que se genera a través del lote por el costado del Colegio Latino

8.1.4 Estado actual del sector a intervenir

A continuación se presenta el registro fotográfico en el cual se puede apreciar el estado actual de los predios donde se construirá el proyecto.

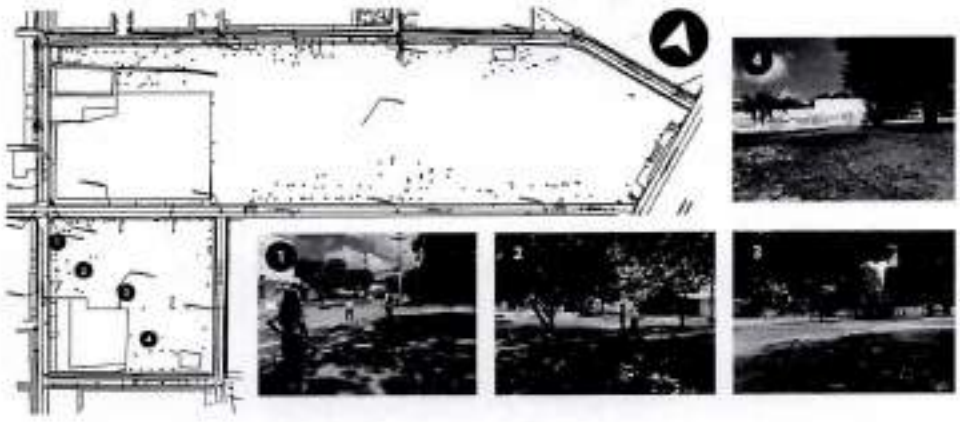


Ilustración 5 Registro fotográfico 1, 2, 3 y 4
Fuente: Archivo propio

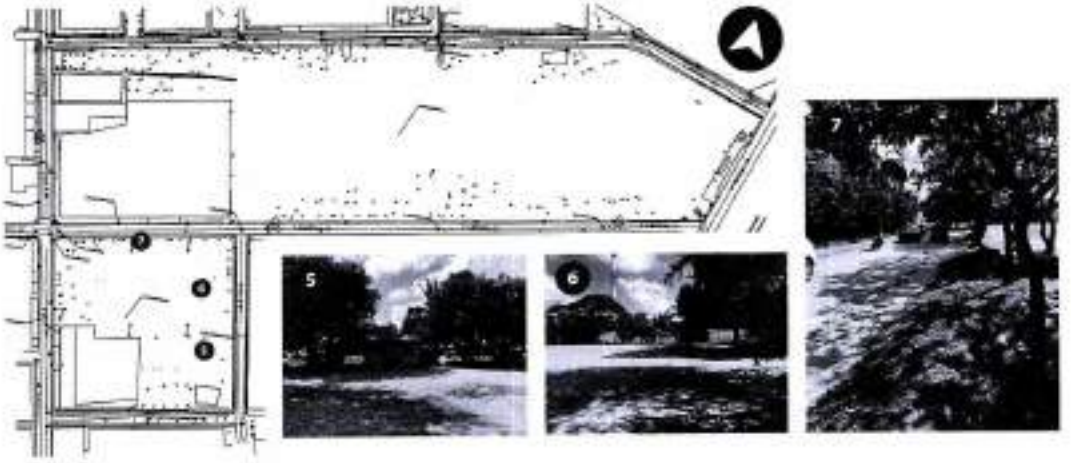


Ilustración 6 Registro fotográfico 5, 6 y 7
Fuente: Archivo propio

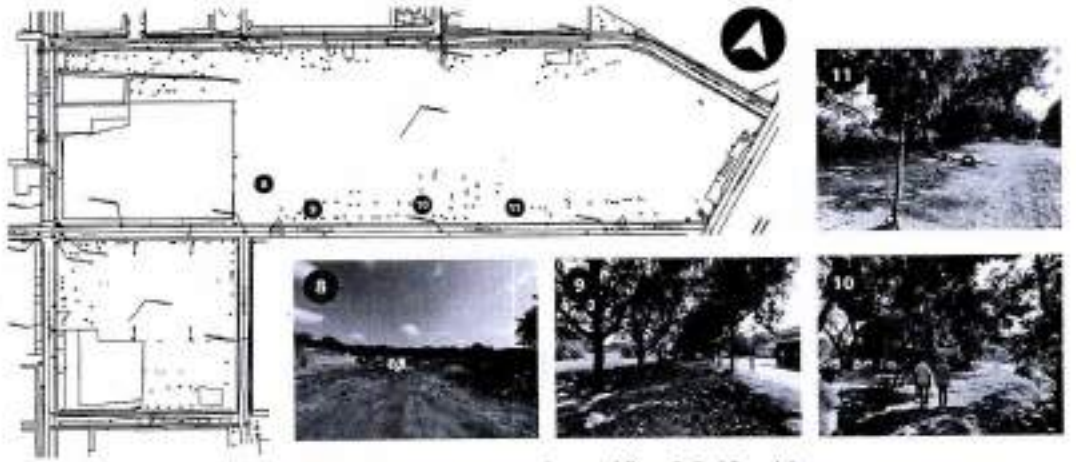


Ilustración 7 Registro fotográfico 8,9,10 y 11
Fuente: Archivo propio

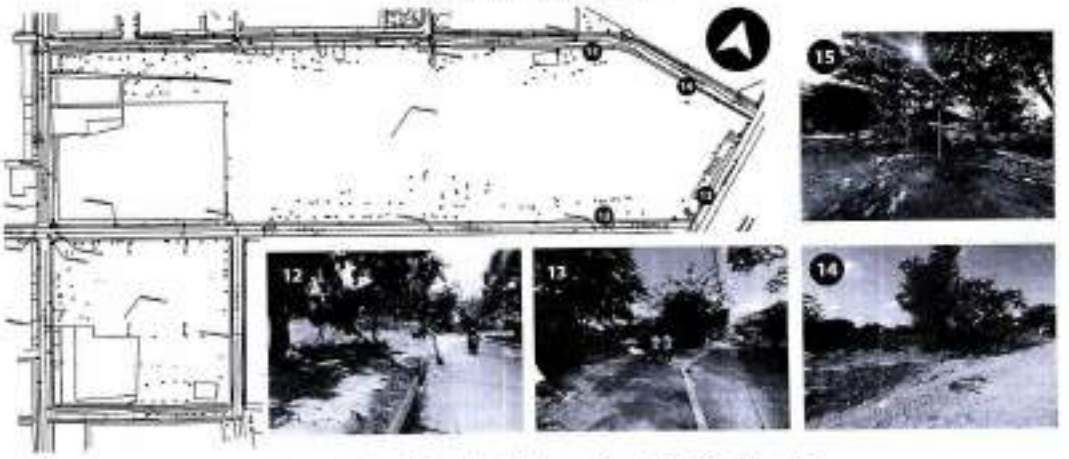


Ilustración 8 Registro fotográfico 12, 13, 14 y 15
Fuente: Archivo propio

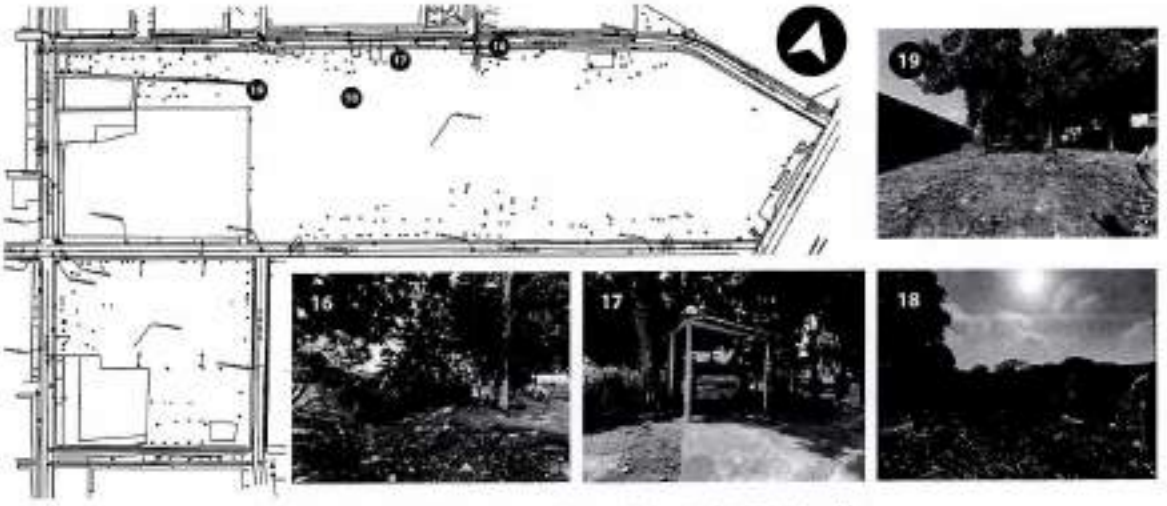


Ilustración 9 Registro fotográfico 16, 17, 18 y 19
Fuente: Archivo propio

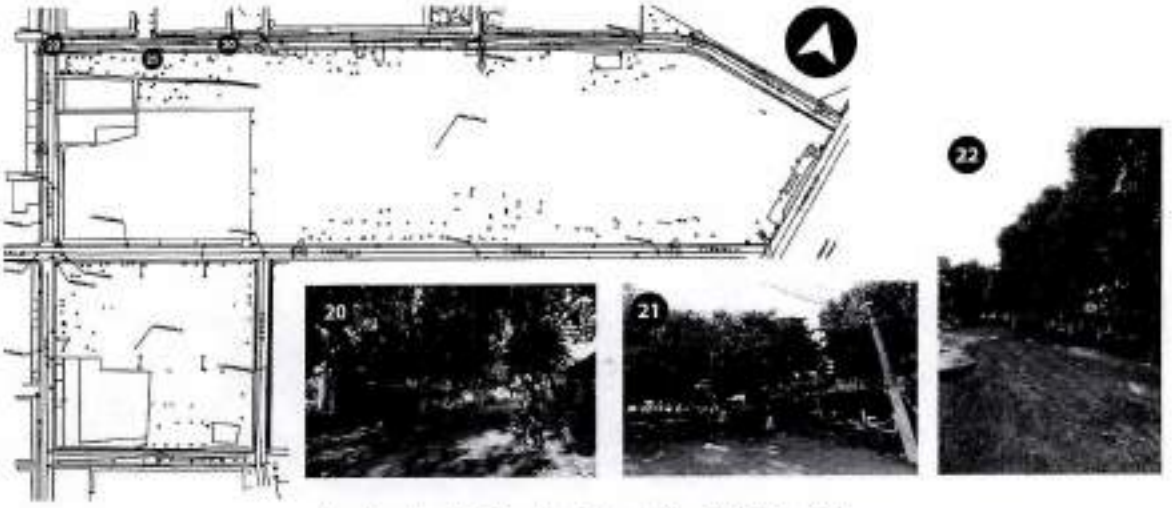


Ilustración 10 Registro fotográfico 20, 21 y 22
Fuente: Archivo propio

8.2 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

El diagnóstico del lugar nos permite concluir que la zona de intervención cuenta con una ubicación idónea para el desarrollo del proyecto ya que cuenta con una fácil accesibilidad desde diferentes puntos de la ciudad al tiempo que cuenta como un punto central entre las diferentes escuelas de formación deportivas del sector.

En este sector de la ciudad el proyecto de la Unidad deportiva puede contar como un articulador de actividades deportivas que favorezca el suroriente de la ciudad, al tiempo que mejorara la oferta de escenarios deportivos de la ciudad al apuntarte a nuevas disciplinas deportivas.

De igual forma, los habitantes de la comuna 06 y más específicamente el barrio La Pradera y los estudiantes de los colegios cercanos al lote se verán favorecidos por la nueva oferta de espacio público que funcionará para la recreación y deporte de la comunidad.

8.3 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

8.3.1 Localización del proyecto

El proyecto ***"Construcción de la unidad deportiva del suroriente en el municipio de Montería – Etapa 1 (Manzana central)"*** se encontrará localizado en la comuna 06, en el área urbana del municipio de Montería, con coordenadas 8°44'30.34"N 75°52'15.53"O.



161

Ilustración 11 Localización de la unidad deportiva del suroriente
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

El proyecto del plan maestro de la unidad deportiva se conforma por 4 predios como se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 12 Distribución predial del plan maestro
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

LOTE	REFERENCIA CATASTRAL	N° MATRÍCULA	DIRECCIÓN	ÁREA M²
1	01-02-00-00-0727-0001-0-00-00-0000	140-190864	Calle 26 22C 07	18.552
2	01-02-00-00-0727-0004-0-00-00-0000	140-36133	Carrera 28 27 49	2.041

3	01-02-00-00-0727-0009-0-00-00-0000	140-36133	Carrera 28 27 15	2.611
4	01-02-00-00-0440-0003-0-00-00-0000	140-192239	Carrera 26 23B 50	5.456

Tabla 7 Información catastral unidad deportiva del suroriente
Fuente: Elaboración propia a partir de certificados de libertad y tradición

8.3.2 Lineamientos generales

Esta propuesta responde a la intención inicial como parte de un diseño participativo. Los lineamientos parten del análisis realizado en cada punto del diagnóstico, los que repercuten en identificar las acciones para subsanar las problemáticas encontradas y mitigar las posibles amenazas aprovechando las fortalezas propias de la ocupación actual, convirtiendo el sector en un hito urbano y referente de la comunidad. Finalmente, la propuesta también se ocupa de la oportunidad del momento actual, del momento de armonizar y optimizar la ocupación en los predios en concordancia con los requerimientos del uso y bajo la relevancia de las normas como premisa básica de actuación.

8.3.3 Decisiones de ordenamiento

Para establecer el área de intervención del proyecto se delimitaron los linderos de los predios a partir de la información correspondiente a las escrituras disponibles y la Resolución 0041 del 28 de agosto de 2024 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio; en este sentido se establecen los límites a partir de los levantamientos topográficos y configuración urbana existente determinada por las vías, predios colindantes y la proyección de las carreras 22C, 23C y calle 27 establecidas en el plano urbanístico del barrio La Pradera y el POT.

8.3.4 Usos

Los usos que se establecen para la unidad deportiva son:

Usos principales: Escenarios para formación y competencia de escala municipal, departamental, regional y nacional.

162/

Usos complementarios: Administración, primeros auxilios, equipamiento dotacional.

8.3.5 Descripción general

El proyecto de la unidad deportiva del suroriente aportará dos nuevos escenarios deportivos para competencia a la ciudad, un polideportivo múltiple cubierto y una pista de patinaje de ruta, además de una sala de halterofilia y dos canchas de fútbol 7 para formación, así como nuevo espacio público todo esto dentro de aproximadamente 2Ha que se ejecutarán en tres unidades de gestión. La propuesta del plan maestro para la unidad deportiva presenta el siguiente programa arquitectónico para cada una de las etapas:

Manzana halterofilia – etapa 1: contempla la construcción de un bloque para la práctica de halterofilia con camerinos, oficina, bodega y cuarto técnico, dos canchas de arena para fútbol 7, área de gimnasio al aire libre y zona de estancia para la comunidad, que se encuentran integrados mediante un espacio público que contempla plazoletas, senderos peatonales, zonas verdes y parqueaderos.

Manzana central – etapa 2: contempla la construcción de una pista de patinaje de ruta con una zona central múltiple para calentamiento, hockey sobre patines o patinaje artístico, un módulo de graderías y camerinos; zona de juegos infantiles y para mascotas con módulos de ventas y de baños, circuito de trote, zona de estancia para la comunidad, que se integran mediante un espacio público que contempla plazas, plazoletas, senderos peatonales, zonas verdes y parqueaderos.

Manzana central – etapa 3: contempla la construcción de un escenario múltiple cubierto con graderías, camerinos, baños para público, gimnasio, oficinas, enfermería, sala antidopaje, cuartos técnicos, bodegas para implementos deportivos, área de tenis de mesa, que se integra mediante un espacio público que contempla la alameda central, senderos peatonales, acceso de servicios y zonas verdes.

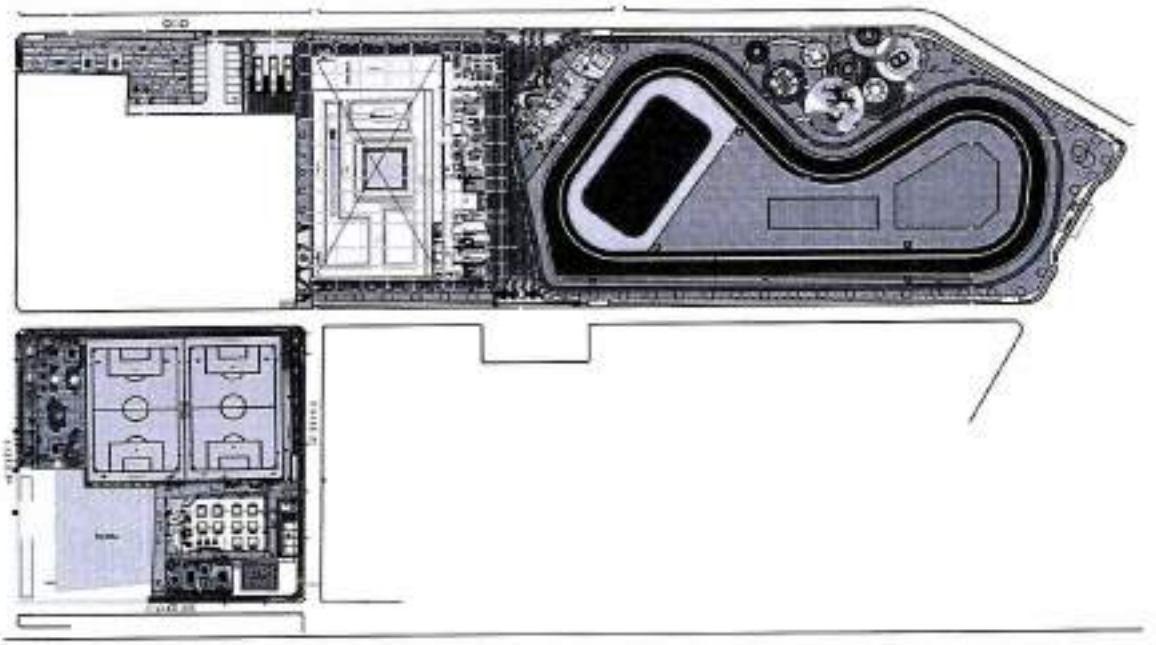


Ilustración 13 Plano plan maestro unidad deportiva del suroriente
Fuente: Elaboración propia

8.3.6 Unidades de gestión

La gestión, definida como "las acciones y procedimientos que posibilitan el logro de una meta o fin",[1] se ha constituido en una de las prioridades desde el punto de vista del desarrollo institucional y el ordenamiento urbano, no sólo por la influencia de las teorías modernas de la administración, que se han introducido en el sector público, bajo la perspectiva de garantizar una mayor eficiencia y eficacia en la asignación de recursos, la prestación de servicios y la provisión de bienes públicos que tienen gran importancia para una comunidad, ciudad, departamento o región.

En este sentido se plantean tres unidades de gestión o etapas para la unidad deportiva del suroriente, delimitadas como se muestra en la siguiente ilustración de tal forma que cada una sea funcional en sí misma.

[1] Gestionar. (De gestión). tr. Hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera. Diccionario de la Lengua Española, Espasa, Vigésima Primera Edición

163/R

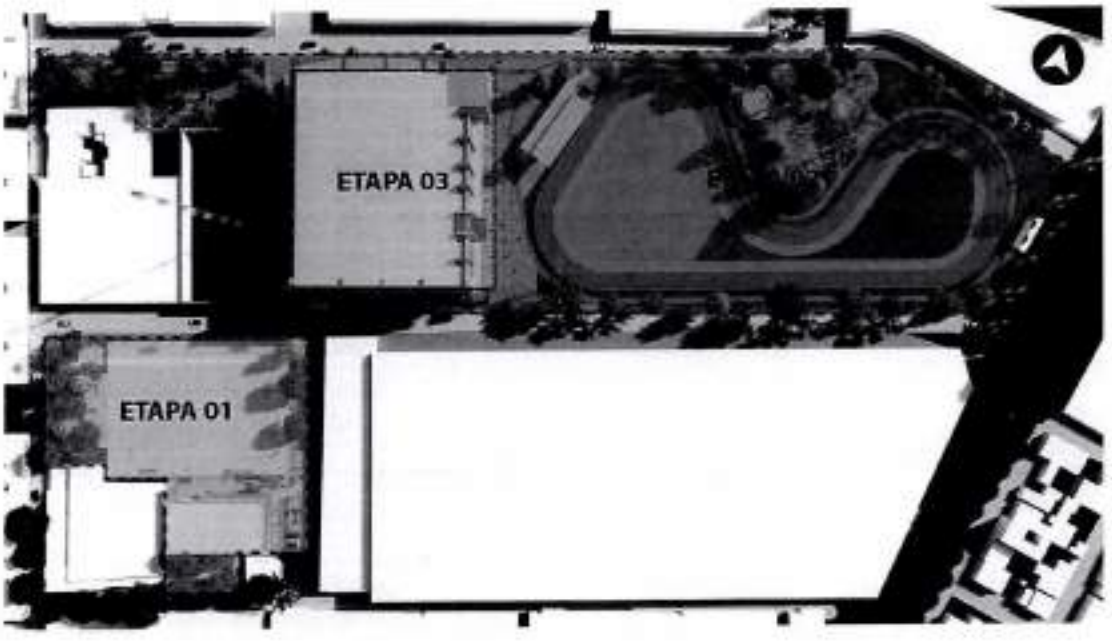


Ilustración 14 Distribución etapas unidad deportiva del suroriente
Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía del municipio

La etapa 1 se desarrolla en predio con un área de 5.456m²; las etapas dos y tres, en el englobe de los predios 1, 2 y 3 con un área de 23.204m².

8.4 NORMATIVIDAD URBANA

Para el desarrollo del diseño urbano y arquitectónico de se tuvo en cuenta el componente normativo en el que se indican los índices de ocupación y construcción para la manzana a intervenir.

8.4.1 Etapa 1 – Manzana halterofilia

La etapa 1 se encuentra en el sector normativo 9 de la Unidad de Planeamiento UDP-6-01 con área de actividad espacio público con tratamiento urbanístico de parque. El índice de ocupación es de 0,45, equivalente a 2.455,2m² y el índice de construcción es de 2,5, equivalente a 13.640m²; la altura máxima permitida es de 3 pisos. De acuerdo con lo contenido en el artículo 314 "CUOTAS DE ESTACIONAMIENTOS POR USO" del POT "*...se aplicaran como máximo las áreas*

para estacionamiento resultantes de multiplicar los índices previstos en la siguiente tabla por las áreas construidas del predio".

Código	Índice Multiplicador
Residencial: R1, R2, R3	1,50
Comercio: C1, C2, C3, C4	1,00
Servicios: S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13	1,00

Tabla 8 Índice multiplicador para número máximo de estacionamientos
Fuente: Acuerdo No. 003 POT 2021 Municipio de Montería

Según la tabla anterior el área máxima de zona de parqueos para la Etapa 1 corresponde a 636m^2 , que según el Articulo 317 del POT correspondería a 48,9 parqueaderos vehiculares aproximadamente.

PARQUEADEROS		
Ítem	Requerido	Propuesto
Vehiculos	N/A	5
Motos	N/A	6
Bicicletas	N/A	7

Tabla 7 Parqueaderos unidad deportiva del suroriente etapa 1
Fuente: Elaboración propia a partir de información del POT

8.4.2 Etapas 2 y 3 – Manzana central

Las etapas 2 y 3 se encuentran en el sector normativo 10 de la Unidad de Planeamiento UDP-6-01. El índice de ocupación es de 0,5, equivalente a 11.602m^2 y el índice de construcción es de 2,5, equivalente a 58.010m^2; altura máxima de 6 pisos. De acuerdo con lo contenido en el artículo 314 "CUOTAS DE ESTACIONAMIENTOS POR USO" del POT "*...se aplicaran como máximo las áreas para estacionamiento resultantes de multiplicar los índices previstos en la siguiente tabla por las áreas construidas del predio*".

El área máxima de zona de parqueos para la Etapa 1 corresponde a 656,47m², que según el Articulo 317 del POT correspondería a 50 parqueaderos vehiculares aproximadamente.

PARQUEADEROS		
Ítem	Requerido	Propuesto
Vehículos	N/A	12
Buses	N/A	3
Motos	N/A	11
Bicicletas	N/A	14

Tabla 8 Parqueaderos unidad deportiva del suroriente etapa 1
Fuente: Elaboración propia a partir de información del POT

8.5 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

8.5.1 Unidad de gestión 2

El área de intervención en la unidad de gestión 2 es de 18.290,30m² zonificados como se muestra en la ilustración 15 es importante señalar que todo el proyecto es accesible, cumpliendo con la eliminación de barreras arquitectónicas para el disfrute de toda la comunidad.

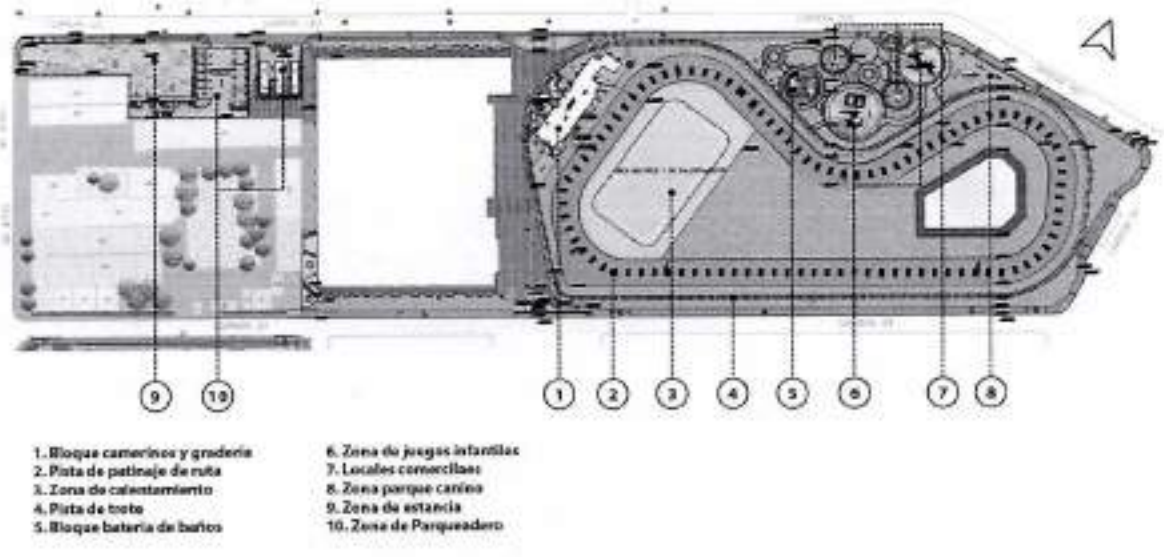


Ilustración 15 Zonificación Etapa 02
Fuente: Elaboración propia

a. Bloque camerinos:

Es una edificación de un piso con un área construida de 332,50m², cuenta con dos camerinos diseñados especialmente para PMR "personas con movilidad reducida" que cumplen las dimensiones mínimas de espacios y la solución de barreras arquitectónicas según la NTC-6047. Adicionalmente en este bloque se ubica un baño PMR, una cafetería y los cuartos técnicos del proyecto y se complementa con una gradería cubierta con aforo XX para los espectadores de la disciplina de patinaje de ruta

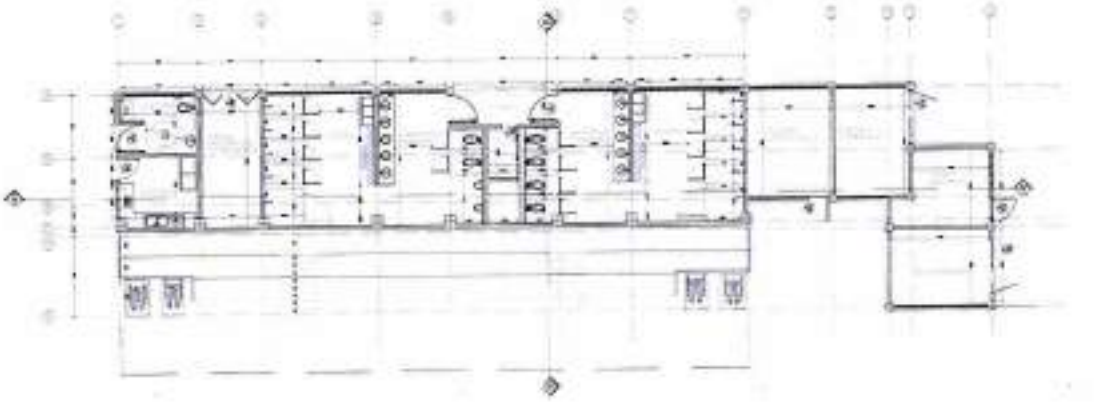


Ilustración 16 Planta arquitectónica bloque camerinos - graderías
Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la batería de baños y camerino se toma la referencia de Instalaciones mínimas de fontanería según la norma NTC 1500 que para edificios institucionales exige para camerino de mujeres un inodoro por cada 20 personas, un lavamanos por cada 10 personas y una ducha por cada 8 personas y para el camerino de hombres, un inodoro por cada 25 personas, un orinal por cada 10-50 personas y una ducha por cada 8 personas

BATERIA DE BAÑOS				
	Sanitarios	**Orinales**	**Lavamanos**	**Duchas**
CAMERINO MUJERES	4	0	5	5 (1 PMR)
CAMERINO HOMBRES	2	2	5	5 (1 PMR)

Tabla 9 Distribución de aparatos sanitarios en camerinos

165/r

Fuente: Elaboración propia

b. Pista de patinaje de ruta

El proyecto cuenta con una pista de patinaje de ruta con una extensión de 360 metros lineales, con las medidas y especificaciones de seguridad reglamentarias para competencia.

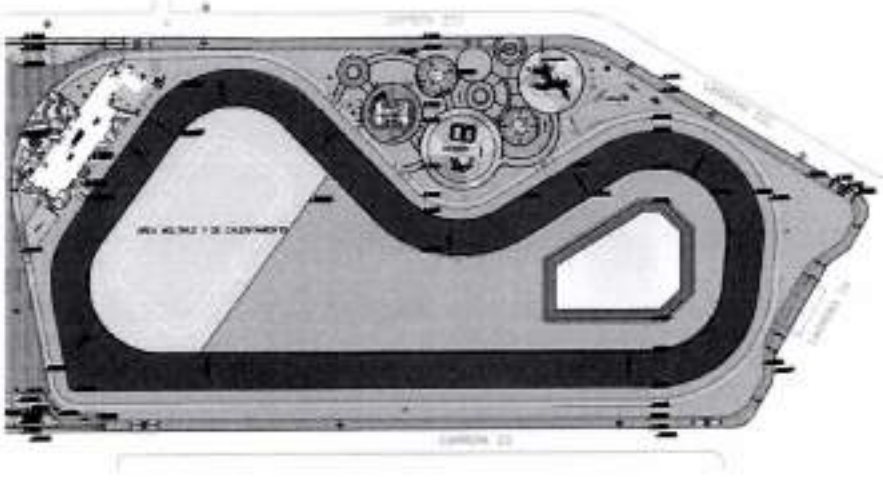


Ilustración 17. Pista de patinaje de ruta

c. Pista de trote

Dentro del área del proyecto se encuentra una pista de trote con extensión de 465 metros lineales, esta esta pensada para el calentamiento de los deportistas y el disfrute de la comunidad.

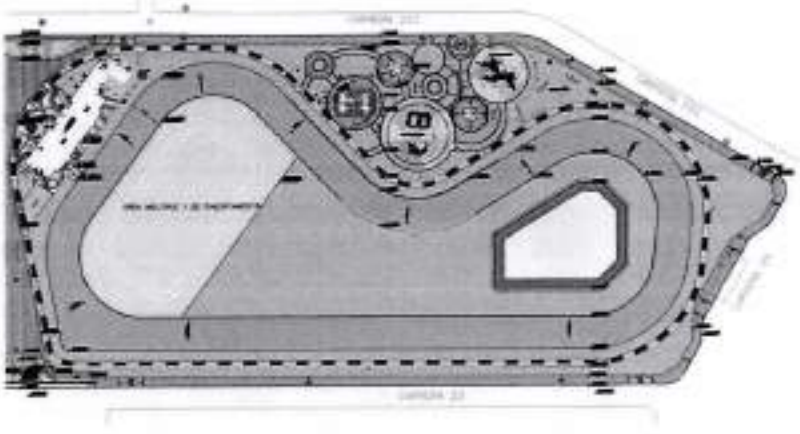


Ilustración 18. Pista de trote

d. Zona de calentamiento

Como complemento a la pista de patinaje de ruta se contempla una placa de zona de calentamiento con un área de 1829,73 m2.

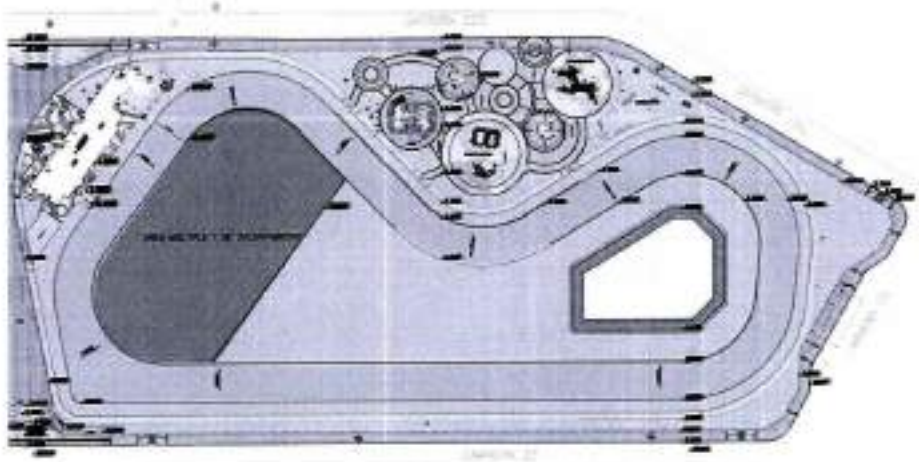
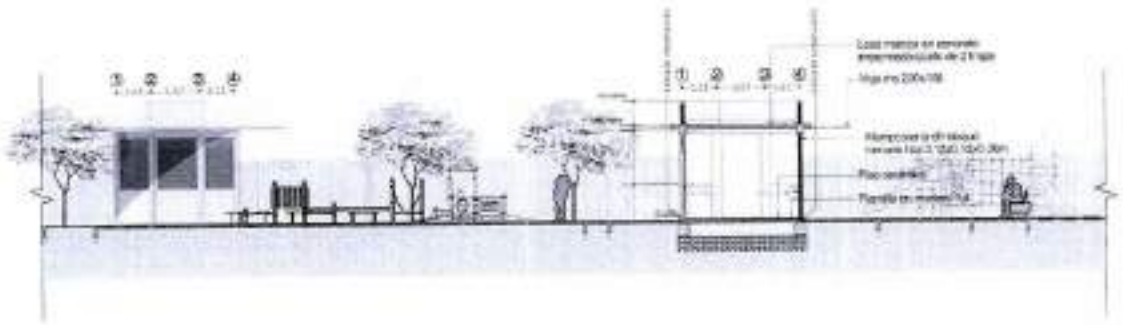


Ilustración 19. Planta zona de calentamiento

e. Locales comerciales

Se contempla la construcción de dos locales comerciales para el servicio de los usuarios de la zona de juegos infantiles y parque canino. Estos locales estarán equipados con todo lo necesario para su optimo funcionamiento



166/2

Ilustración 20 Planta arquitectónica canchas de fútbol 7
Fuente: Elaboración propia

f. Bloque Batería de baños

El proyecto contara con una batería de baños para los usuarios de la zona de recreación, contara con un baño para hombres con dos sanitarios, dos orinales y cuatro lavamanos y un baño para mujeres con cuatro sanitarios y cinco lavamanos, una de las cabinas del baño de mujeres será tipo familiar equipado con cambiador para bebes. Adicionalmente ambos baños contaran con una cabina y lavamanos PMR.

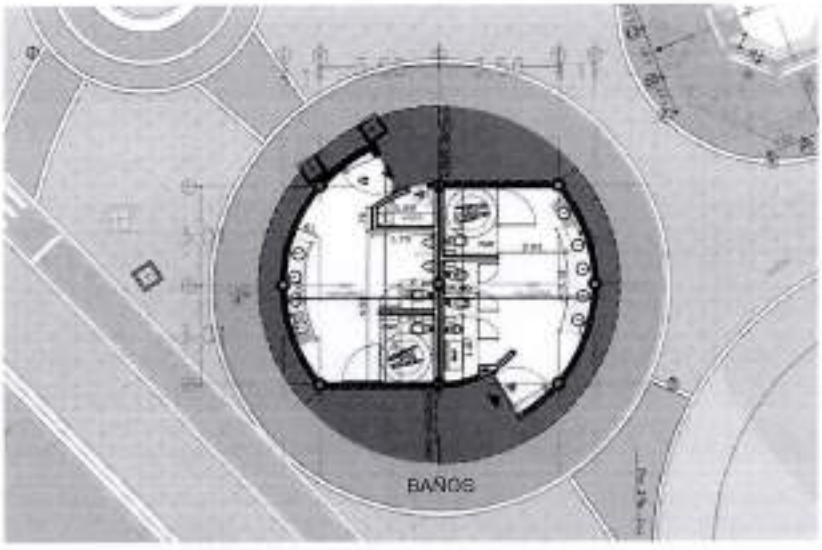


Ilustración 21 Planta bloque batería de baños
Fuente: Elaboración propia

g. Zona de juegos infantiles

El proyecto contara con dos zonas de juegos infantiles, equipada con juegos PMR para el uso de la comunidad

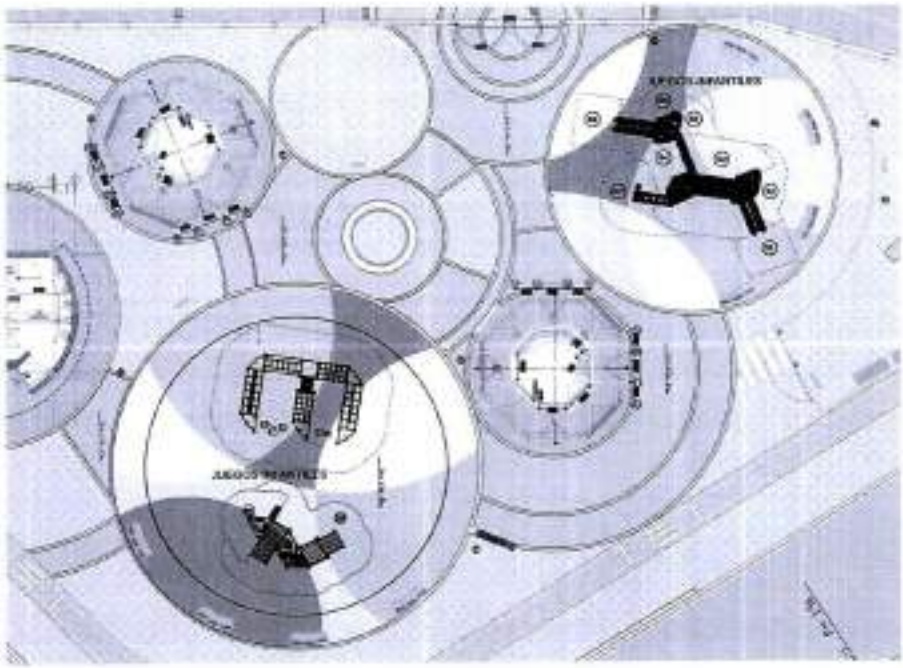


Ilustración 22. Zona de juegos infantiles
Fuente: Elaboración propia

h. Parque canino

Se contempla una zona para el disfrute de los perros, equipada con gimnasio canino y fuente de agua para los animales.

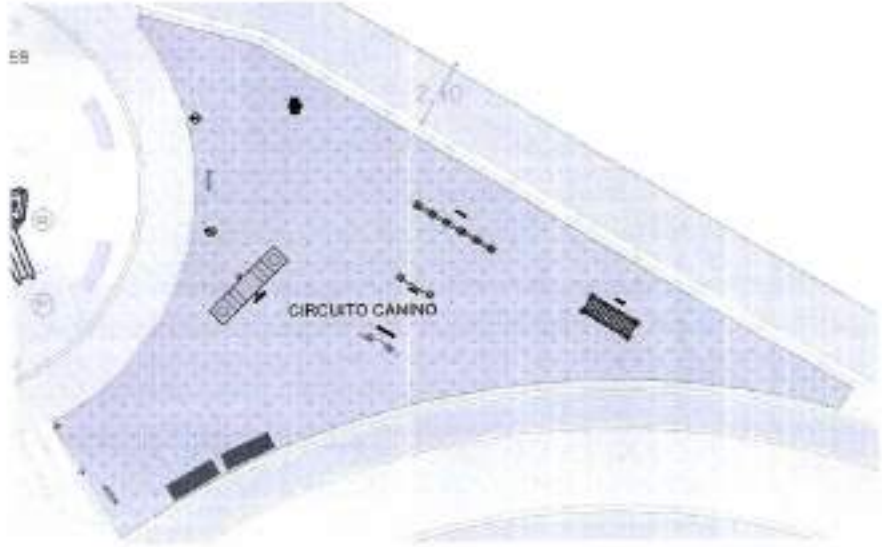


Ilustración 23. Planta parque canino
Fuente: Elaboración propia

167 |n

i. Zonas de estancia

En esta área se contempla mobiliario de espacio público, así como mesas de ajedrez y tenis de mesa para disfrute de la comunidad.

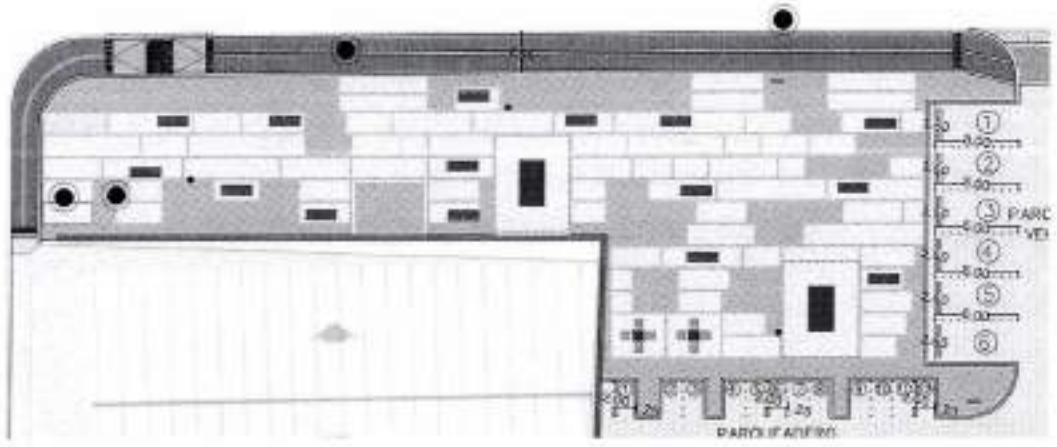


Ilustración 24 Planta zona de estancia
Fuente: Elaboración propia

j. Servicios complementarios

Se plantean espacios para el parqueo de vehículos y bahía de buses.

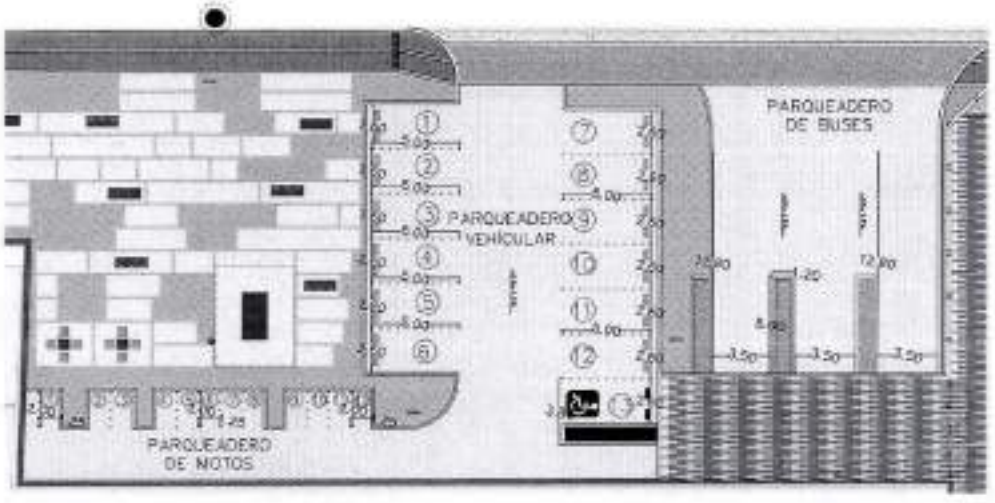


Ilustración 25 Planta localización parqueaderos
Fuente: Elaboración propia

k. Cuadro de áreas

A continuación, se presentan el cuadro de áreas general del proyecto, la información detallada se encuentra en el plano A-00, y los índices de ocupación y construcción del proyecto.

ETAPA 2 – MANZANA CENTRAL		
ÁREA TOTAL DE INTERVENCIÓN	18.290,30	100%
ÁREA CONSTRUIDA BLOQUE CAMERINOS	332,5	2%
AREA CONSTRUIDA BLOQUE DE BAÑOS	78,5	0%
AREA DE CALENTAMIENTO	1829,73	10%
PISTA PATINAJE DE RUTA	3207,29	18%
PISTA DE TROTE	536,35	3%
AREA CONSTRUIDA LOCALES COMERCIALES	33,9	0%
ZONA DE JUEGOS INFANTILES	452,09	2%
ZONA DE PARQUE CAMINO	201,72	1%
ZONA DE ESTANCIA	690,35	4%
ZONAS VERDES Y SENDEROS	10.927,87	60%

Tabla 9 Cuadro de áreas
Fuente: Elaboración propia

9. CRONOGRAMA

9.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA

INCLUIR GRAFICO

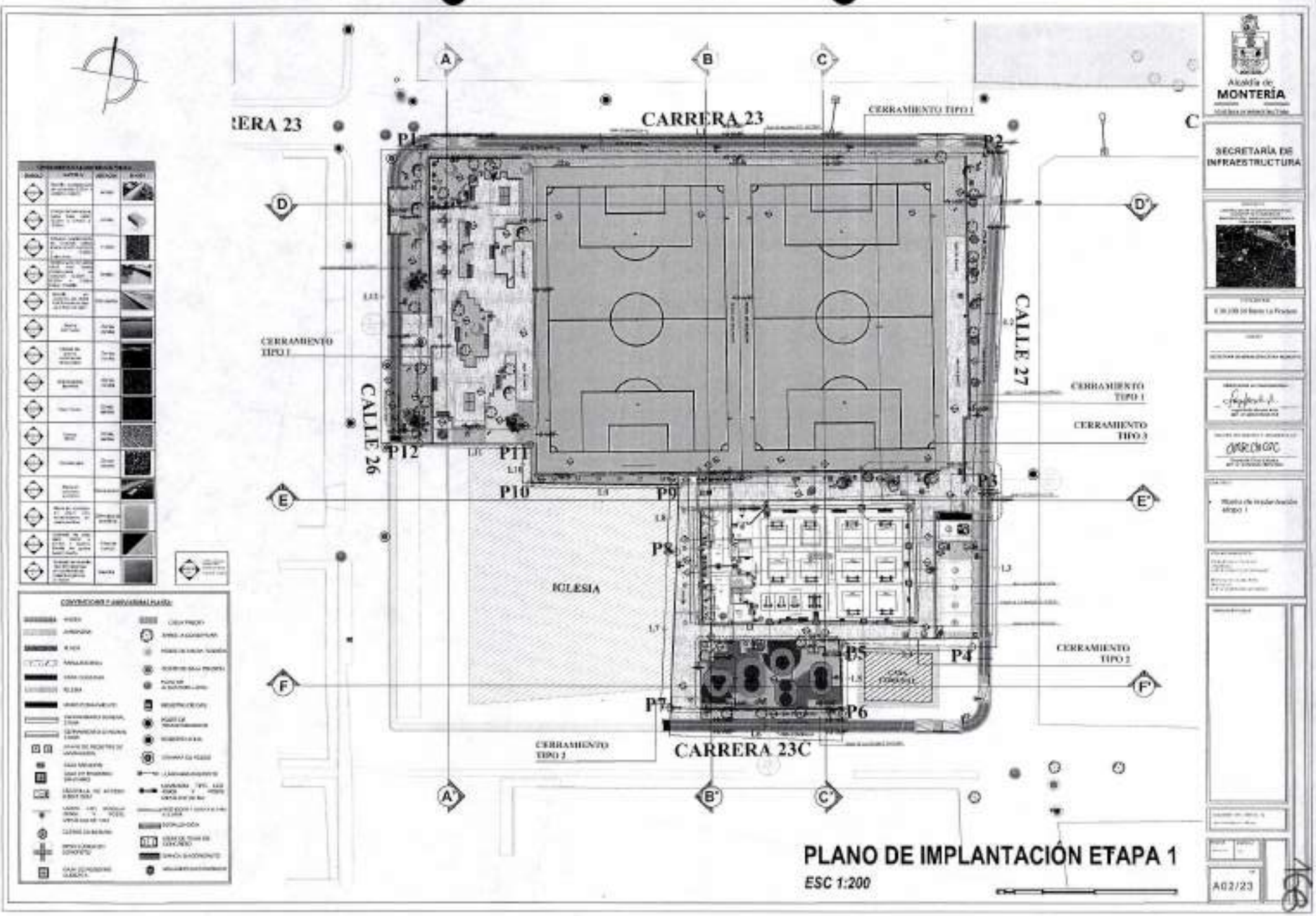
9.2 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FINANCIERA

INCLUIR GRAFICO

Elaboró:

DENNISE CHICA CABRALES
Arquitecta – Contratista SIM

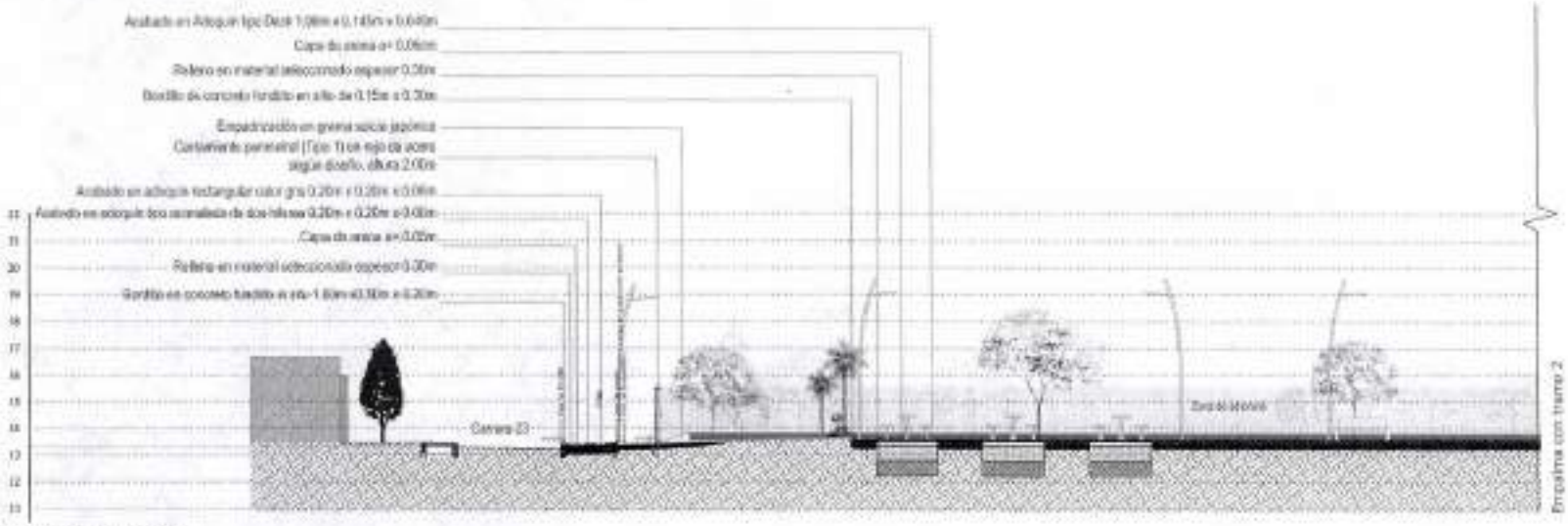
PLANO DE IMPLANTACION


Alcaldía de
MONTERIA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
CARRERA 23
CERRAMIENTO TIPO 1
CALLE 26
CALLE 27
CERRAMIENTO TIPO 3
CERRAMIENTO TIPO 2
IGLESIA
CARRERA 23C
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
A
B
C
D
E
F
A'
B'
C'
D'
E'
F'
PLANO DE IMPLANTACIÓN ETAPA 1
ESC 1:200
A02/23

CORTE AA

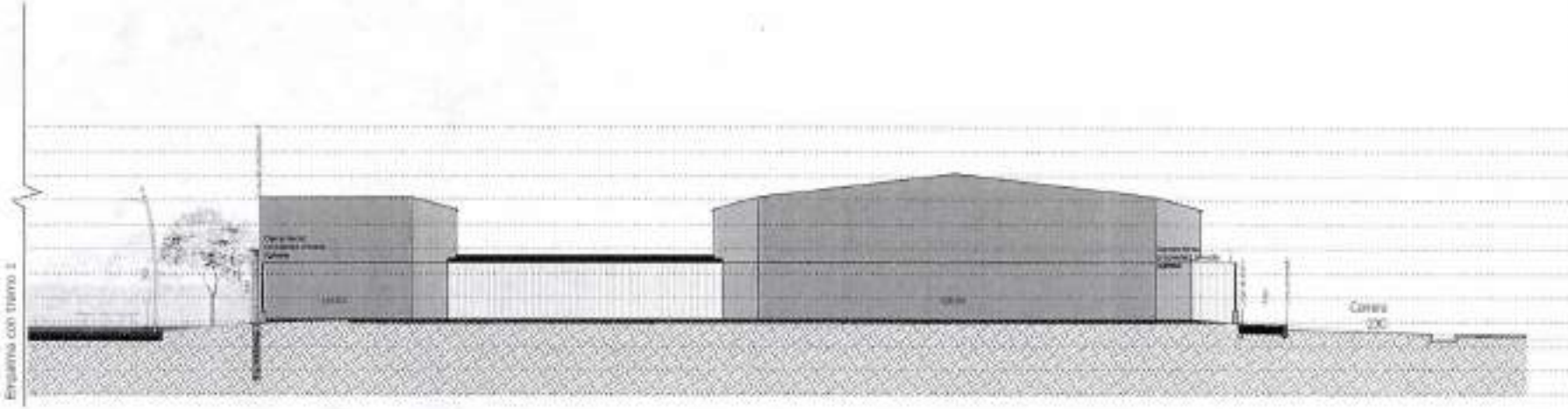
CORTE A'A - TRAMO 1

ESC 1:75



CORTE A'A - TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

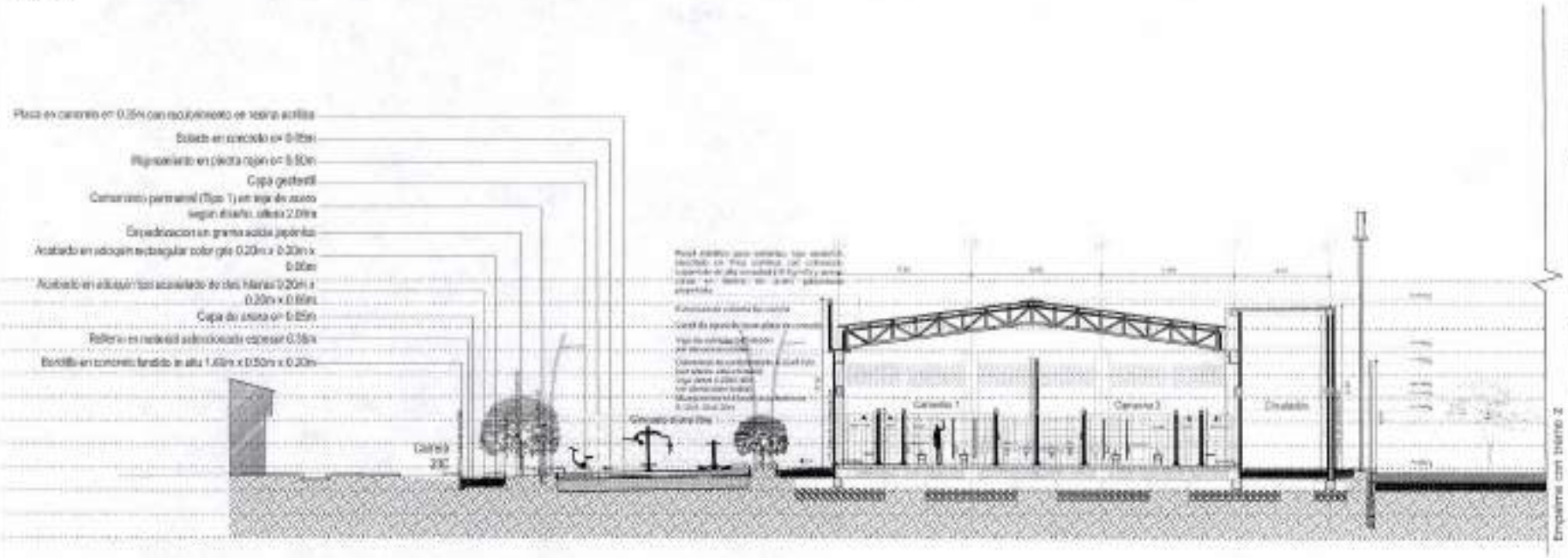
A03/23

169

CORTE BB

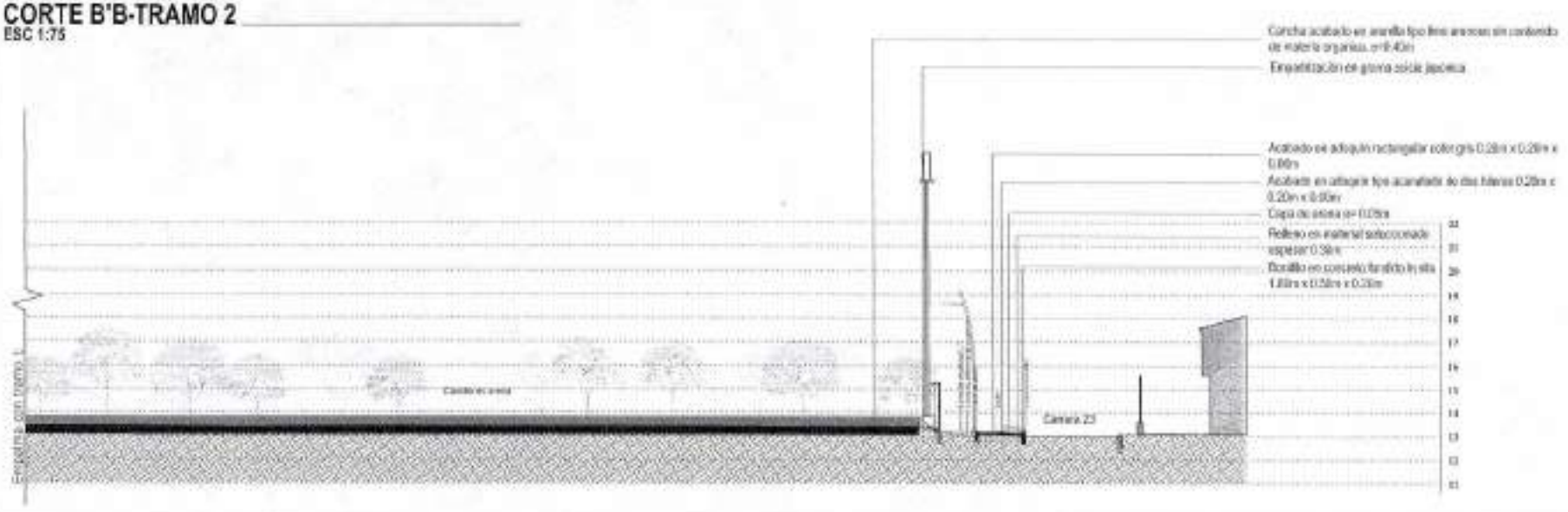
CORTE B'B-TRAMO 1

ESC 1:75



CORTE B'B-TRAMO 2

ESC 1:75



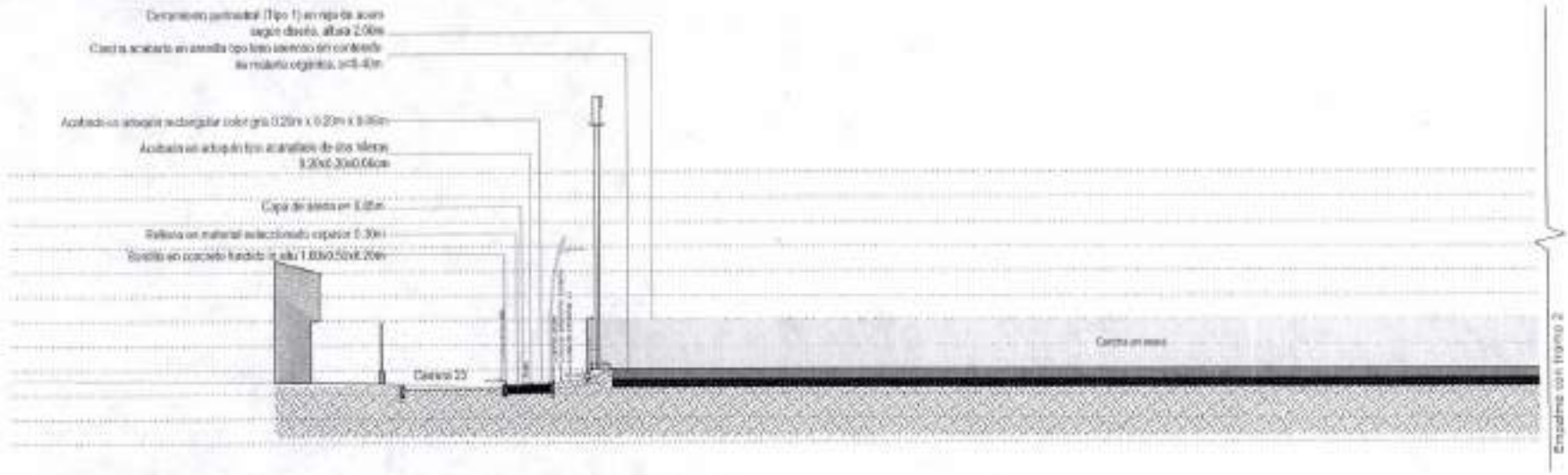
Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

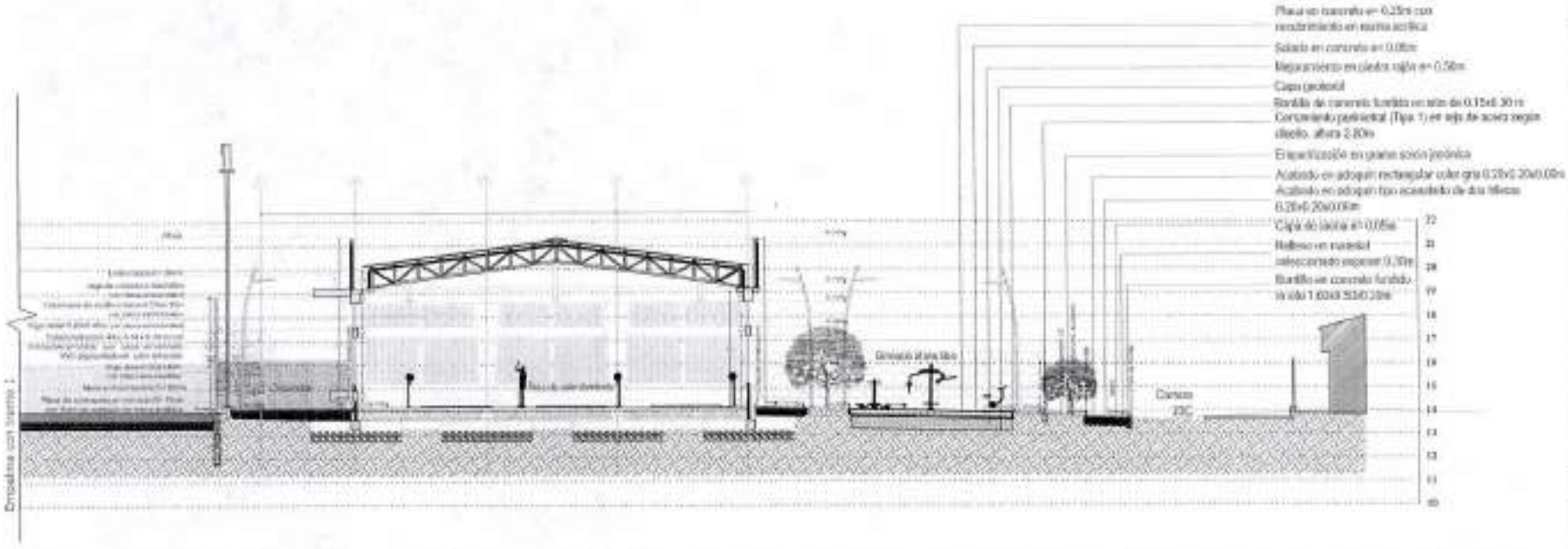
A04/23

CORTE CC

CORTE C'C-TRAMO 1
ESC 1:75



CORTE C'C-TRAMO 2
ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA



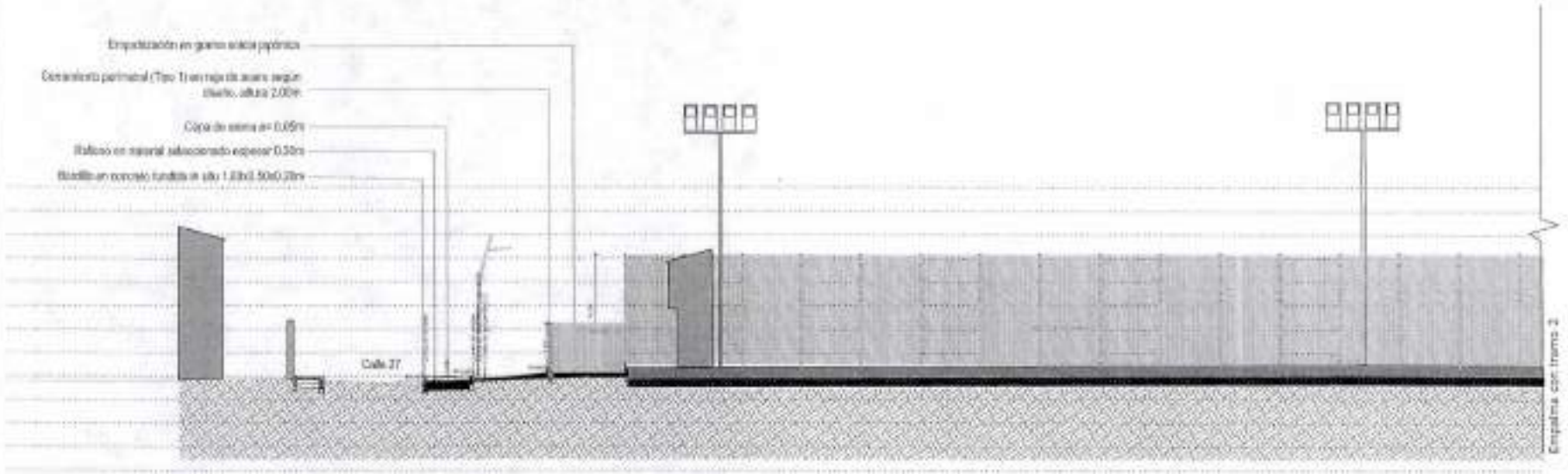
Corte C-C'

A05/23

CORTE DD

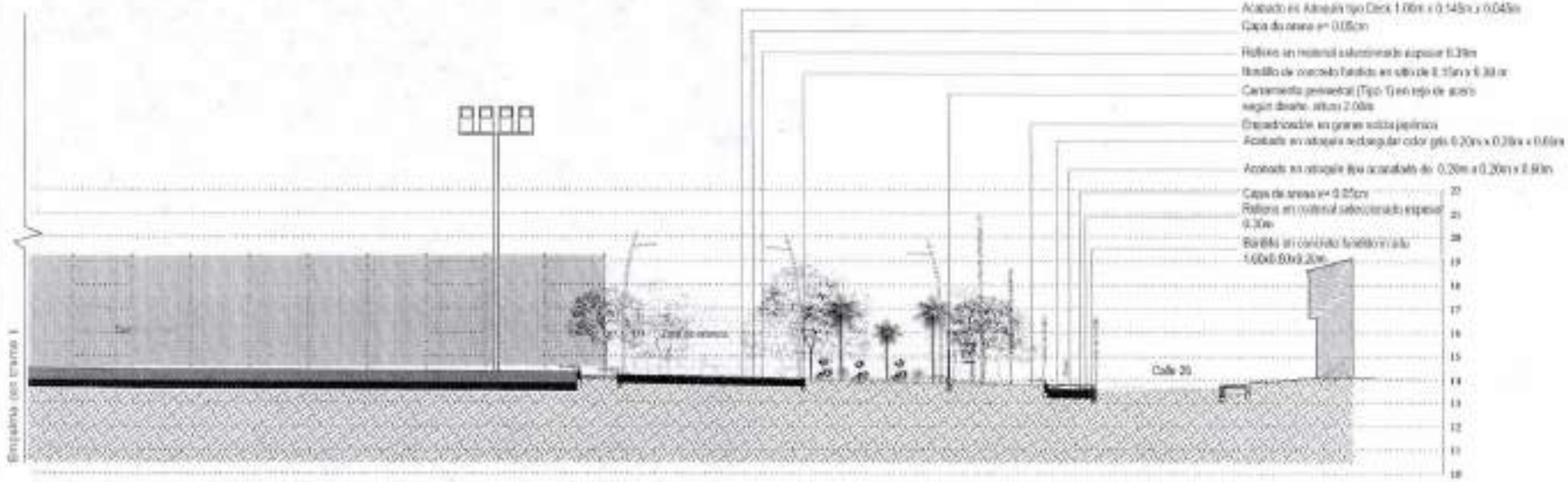
CORTE D'D-TRAMO 1

ESC 1:75



CORTE D'D-TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

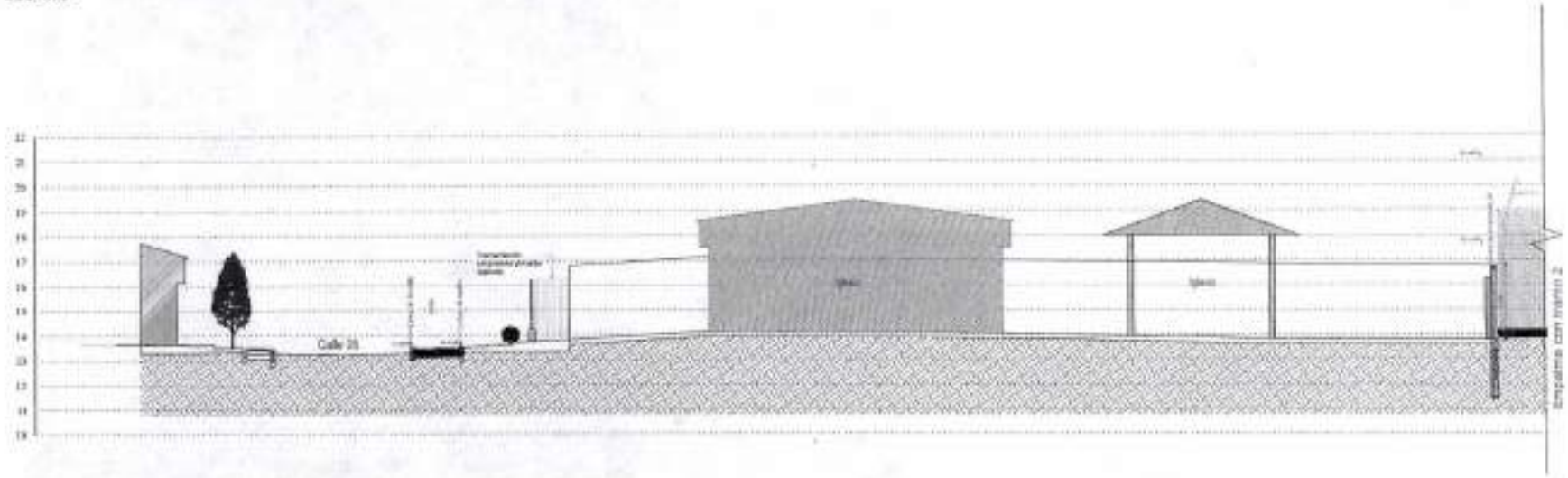
A08/23

192

CORTE EE

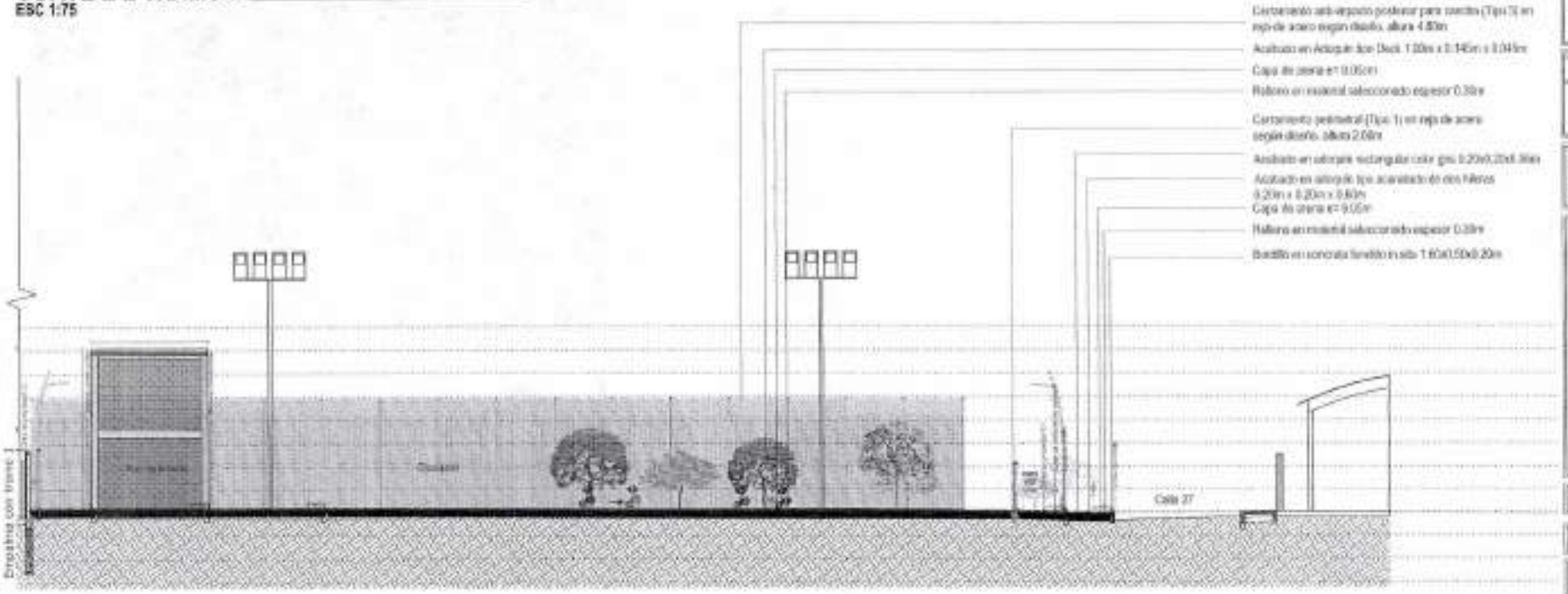
CORTE E'E-TRAMO 1

ESC 1:75



CORTE E'E-TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

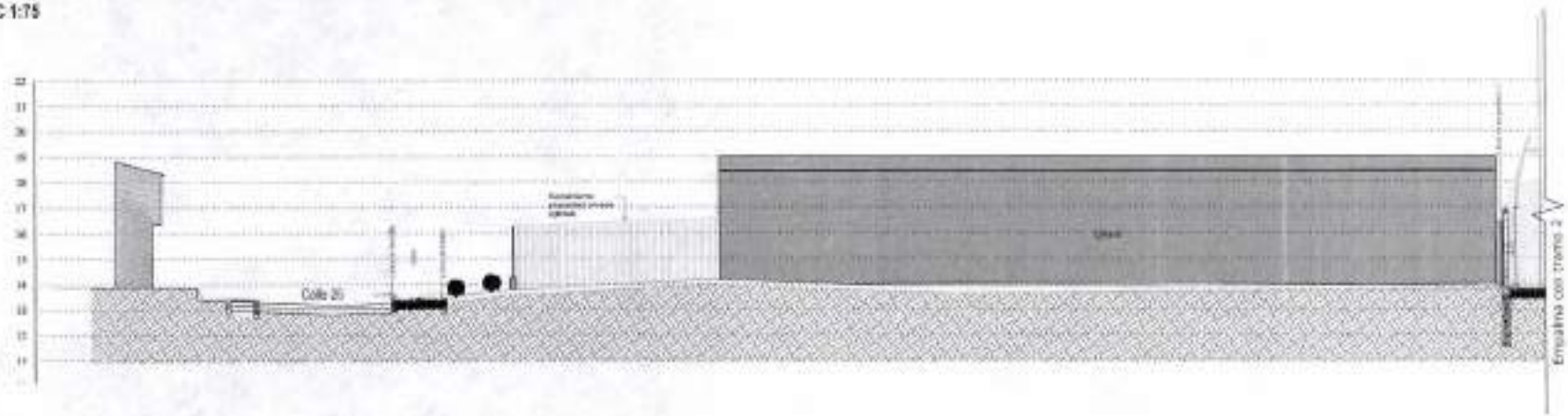
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

A07/23

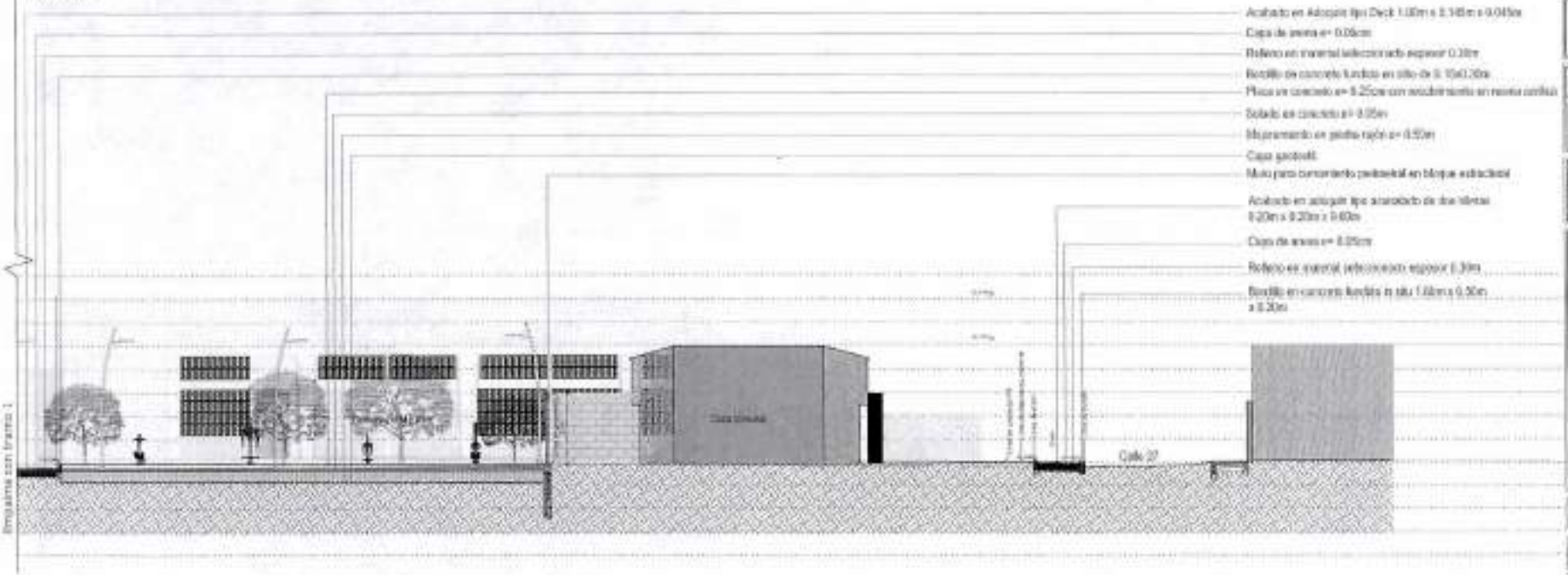
113

CORTE FF

CORTE F'F-TRAMO 1
ESC 1:75



CORTE F'F-TRAMO 2
ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

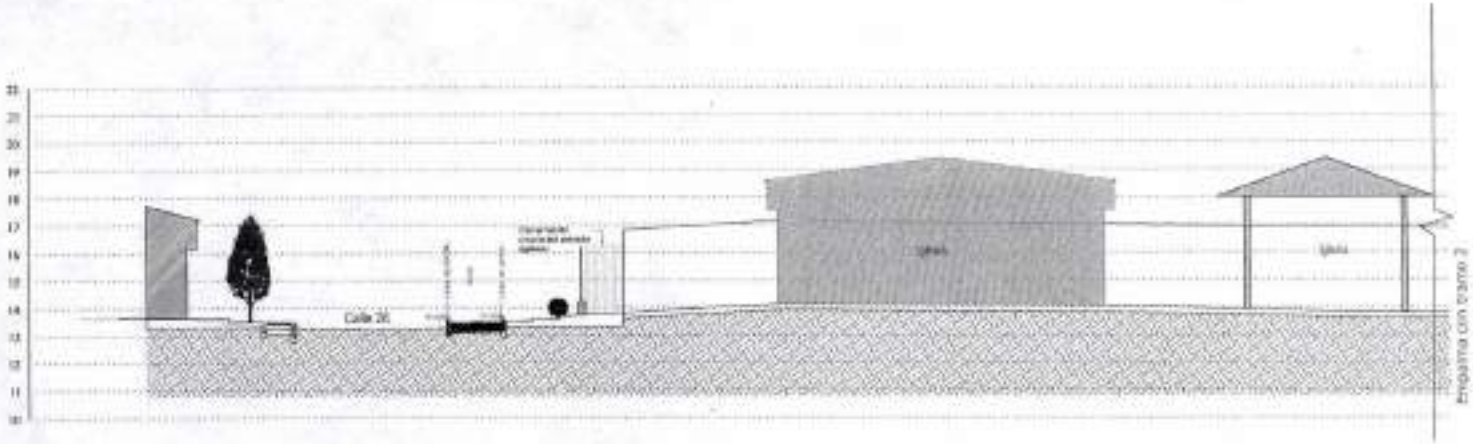
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

A08/23

CORTE GG

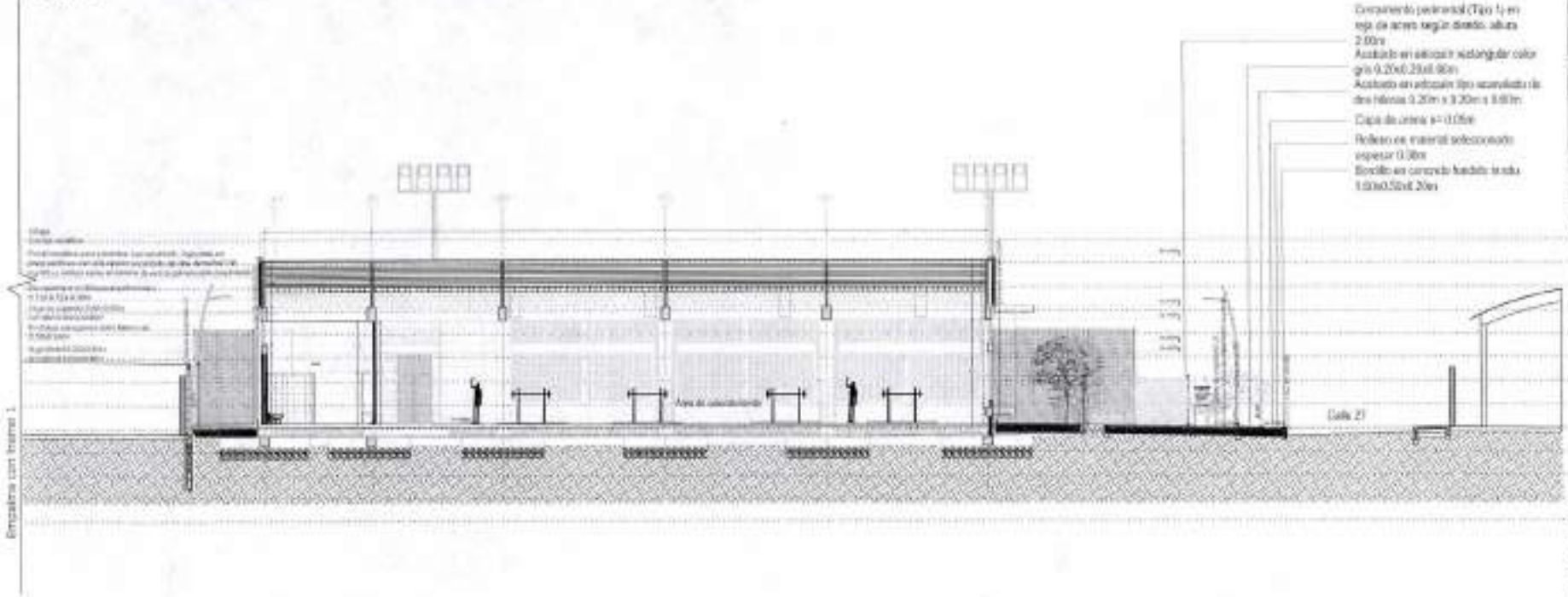
CORTE G'G-TRAMO 1

ESC 1:75



CORTE G'G- TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

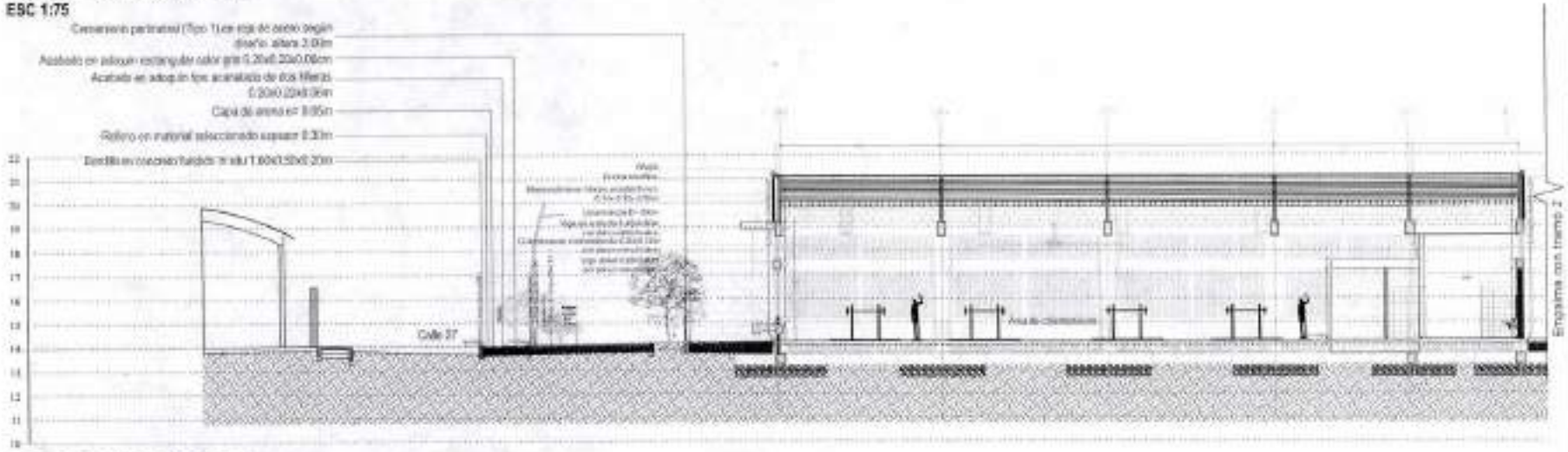
A09/23

CORTE HH

PLANTA ARQUITECTONICA

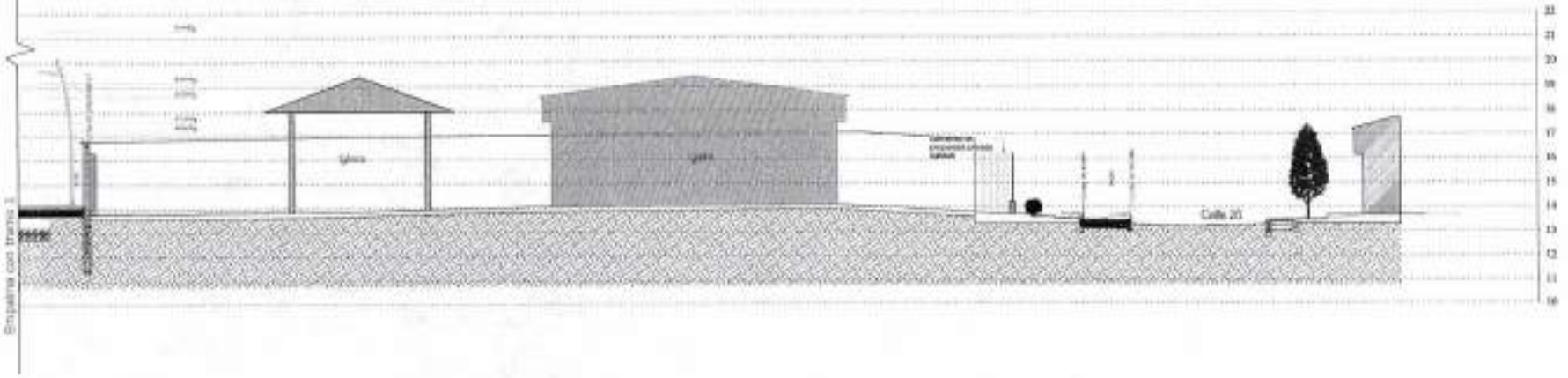
CORTE H'H-TRAMO 1

ESC 1:75



CORTE H'H-TRAMO 2

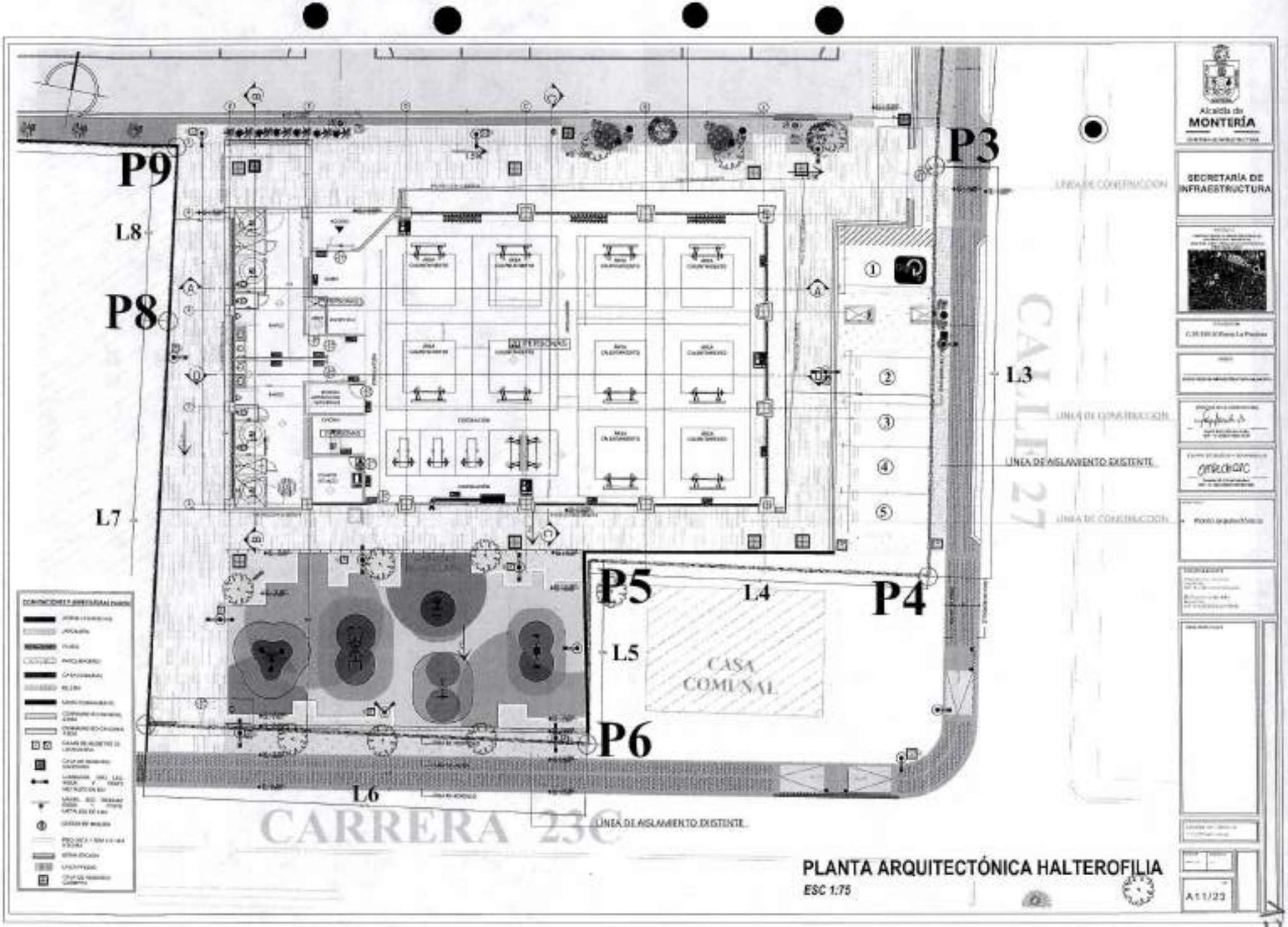
ESC 1:75



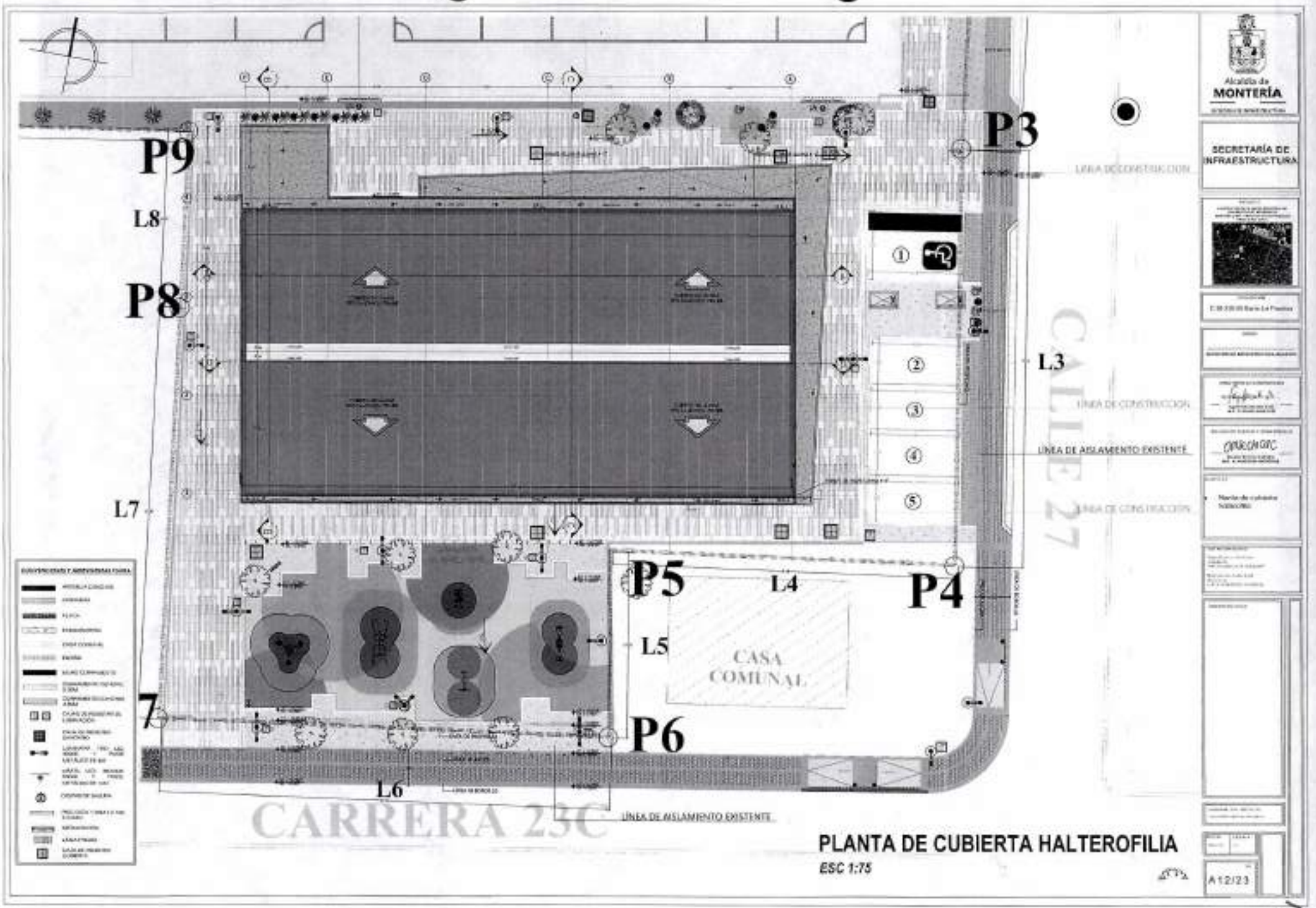
Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

A 10/23


P9
P3
L8
P8
L3
L7
P5
L4
P4
L5
CASA COMUNAL
P6
L6
CARRERA 23C
CALLE 27
LINEA DE CONSTRUCCION
LINEA DE AISLAMIENTO EXISTENTE
LINEA DE CONSTRUCCION
LINEA DE AISLAMIENTO EXISTENTE
Alcaldía de MONTERÍA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
PLANTA ARQUITECTÓNICA HALTEROFILIA
ESC 1:75
A11/23

PLANTA DE CUBIERTA

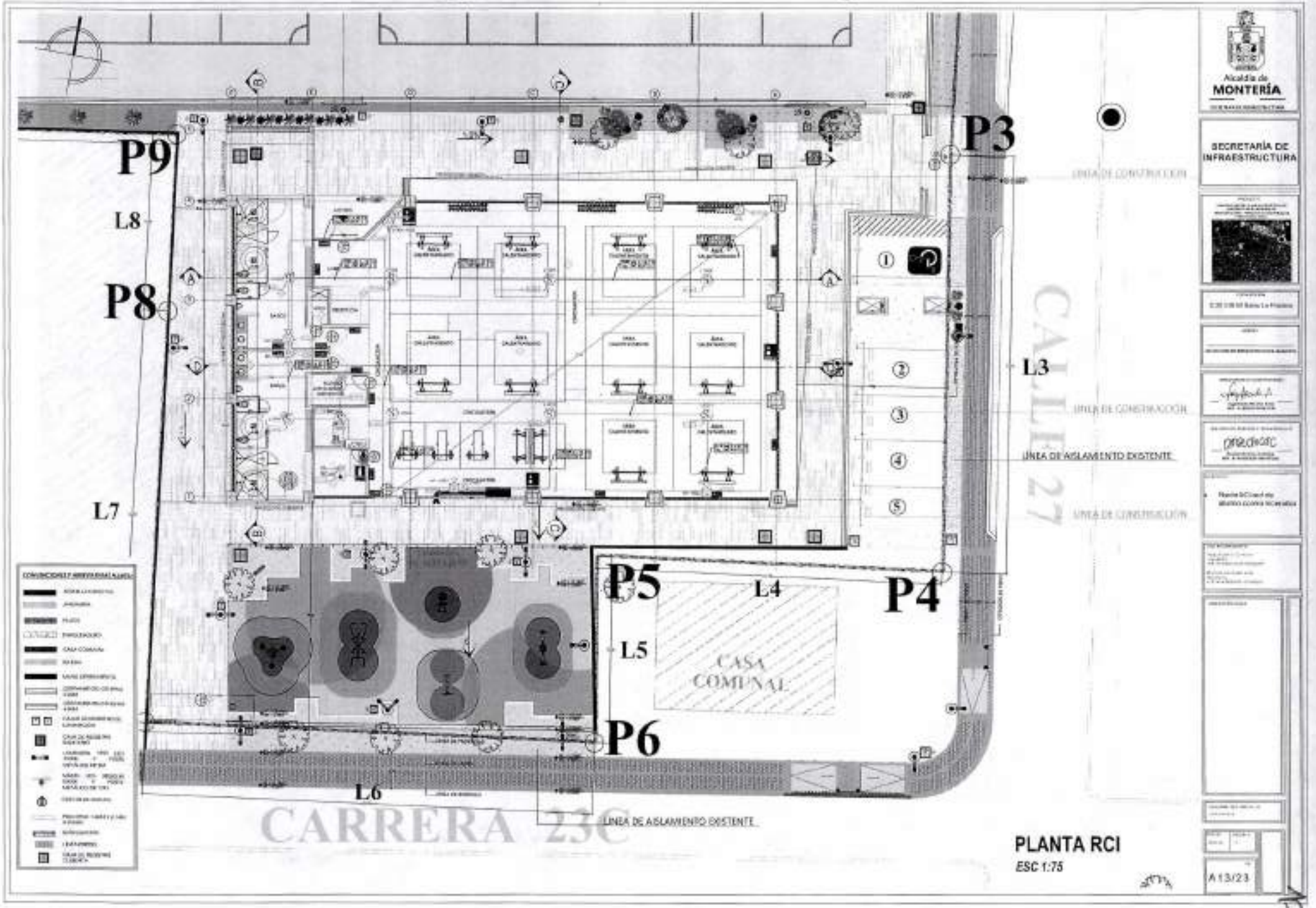


PLANTA DE CUBIERTA HALTEROFILIA

ESC 1:75

A12/23

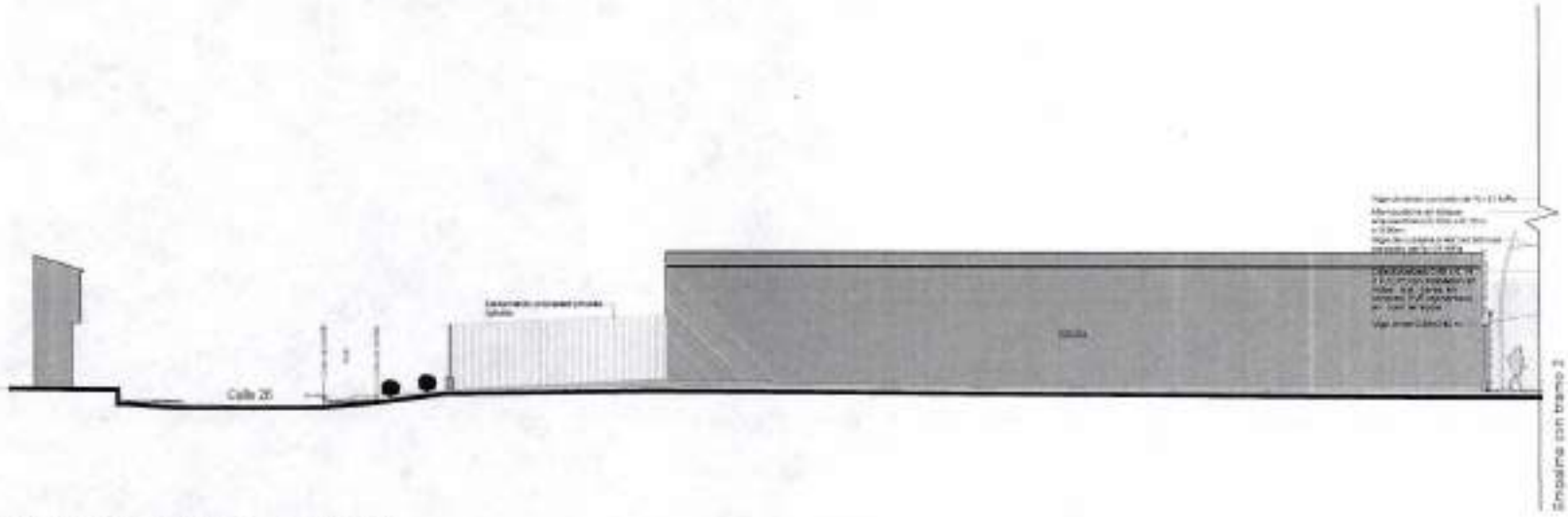
PLANTA RCI


P9
P8
P7
P6
P5
P4
P3
L8
L7
L6
L5
L4
L3
CASA COMUNAL
CALLE 27
CARRERA 23C
LINEA DE CONSTRUCCION
LINEA DE AISLAMIENTO EXISTENTE
LINEA DE CONSTRUCCION
LINEA DE AISLAMIENTO EXISTENTE
Alcaldía de MONTERÍA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
PLANTA RCI
ESC 1:75
A 13/23

FACHADA SUR OESTE

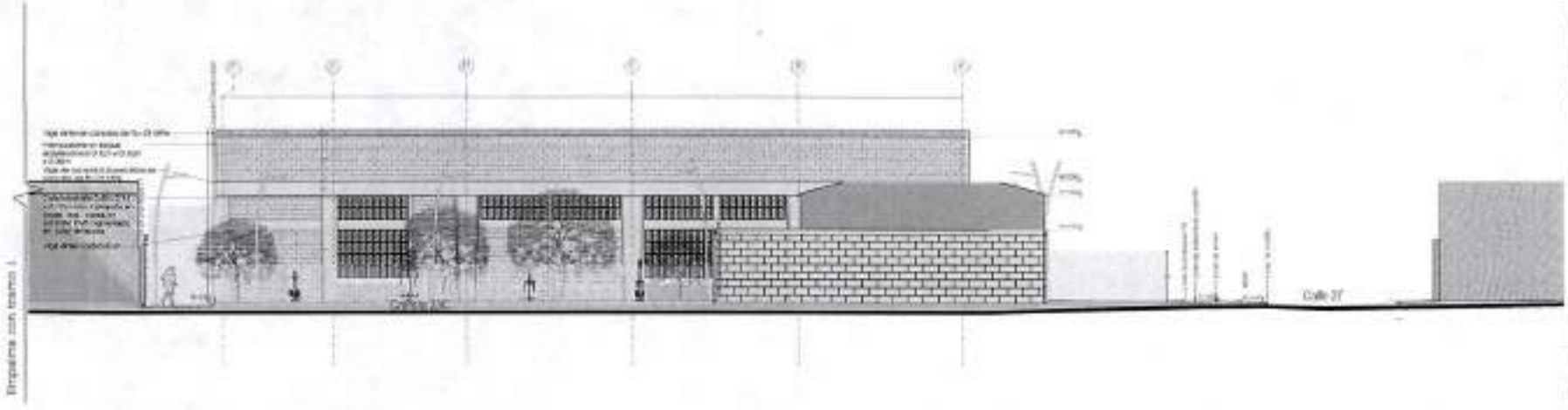
FACHADA SUROESTE - TRAMO 1

ESC 1:75



FACHADA SUROESTE - TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA



FACHADA SUROESTE

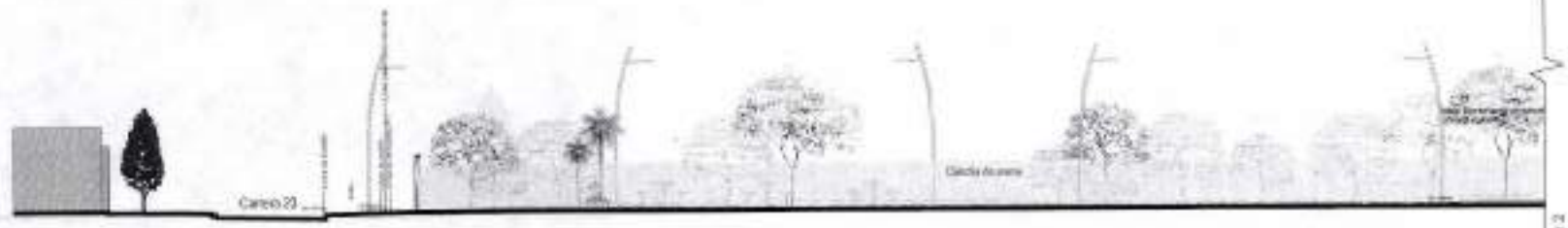
A14/23

180

FACHADA NOROESTE

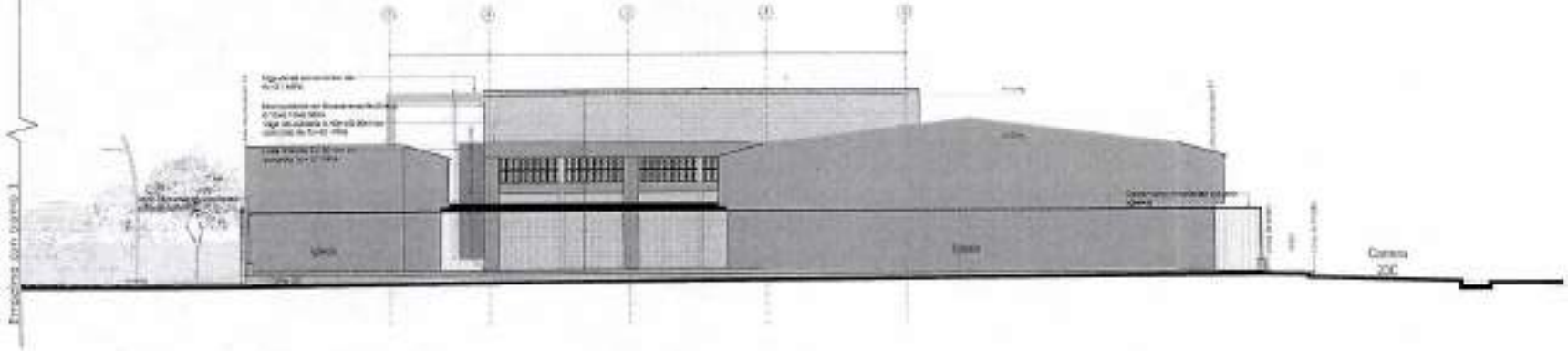
FACHADA NOROESTE-TRAMO 1

ESC 1:75



FACHADA NOROESTE-TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FACHADA NOROESTE

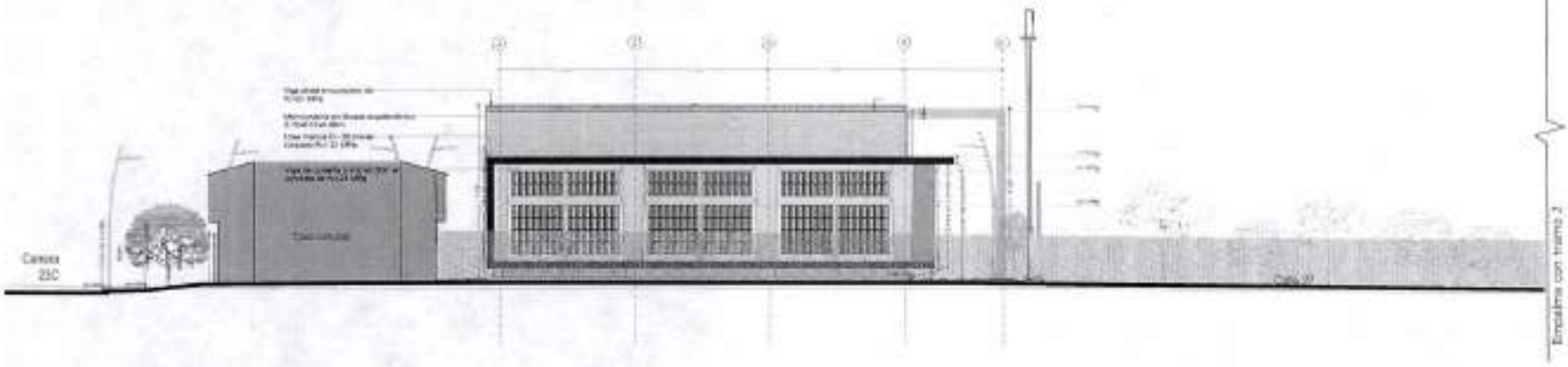
A15/23

48

FACHADA SURESTE

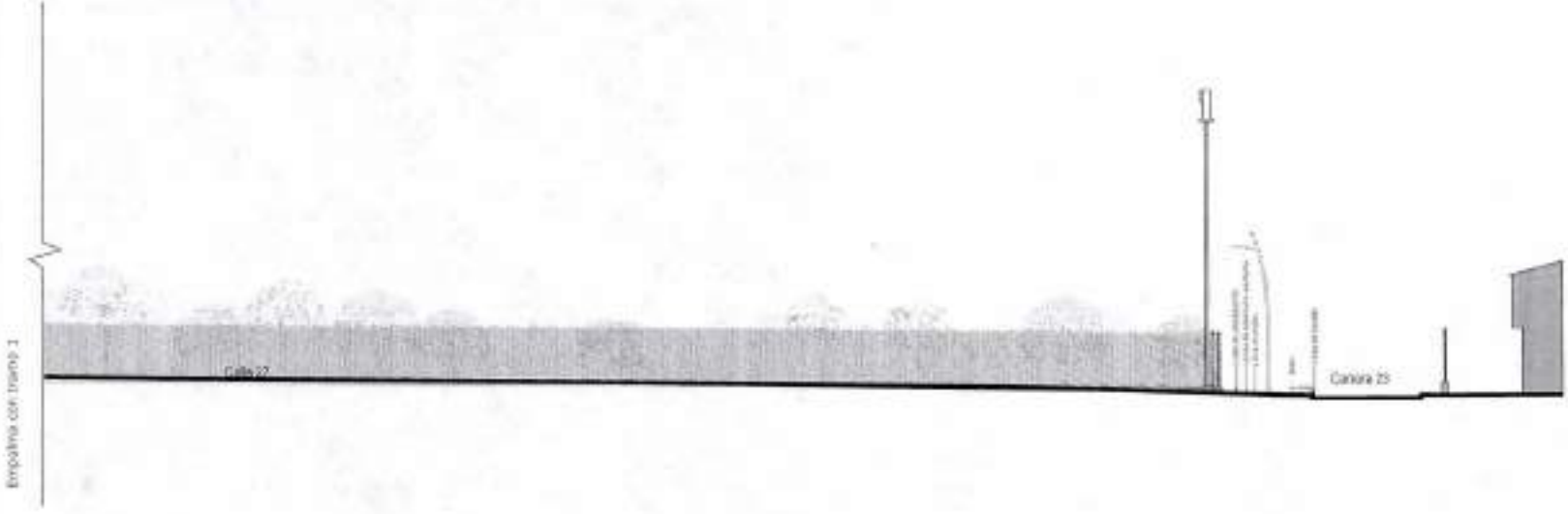
FACHADA SURESTE-TRAMO 1

ESC 1:75



FACHADA SURESTE-TRAMO 2

ESC 1:75



Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

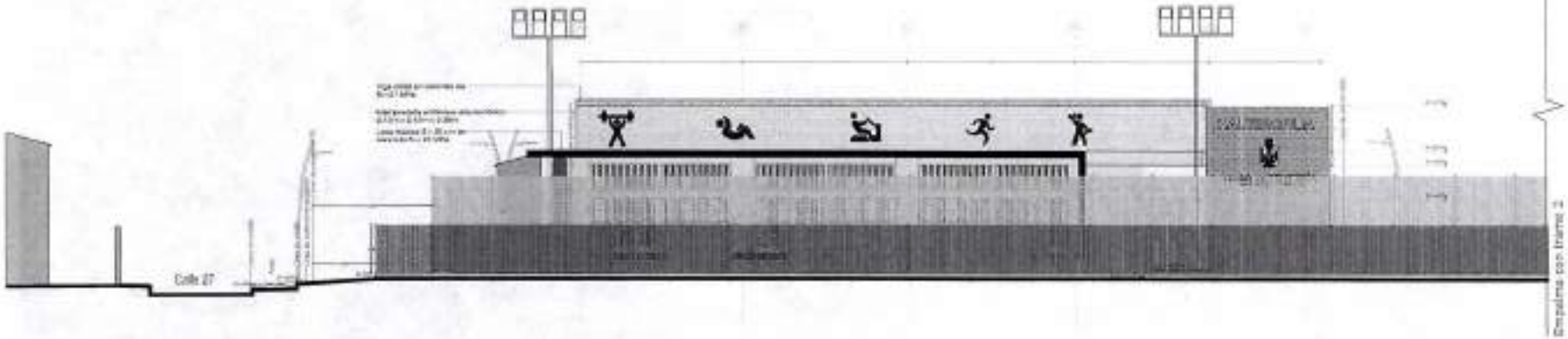
FACHADA SURESTE

A 16/23

FACHA NOROESTE

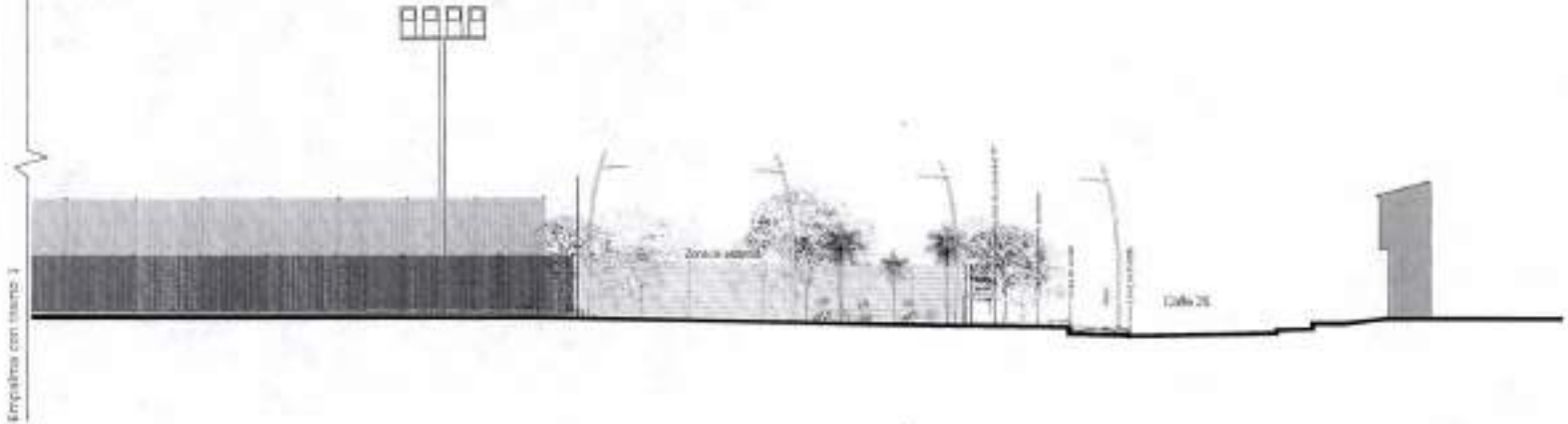
FACHADA NORESTE-TRAMO 1

ESC 1:75



FACHADA NORESTE-TRAMO 2

ESC 1:75



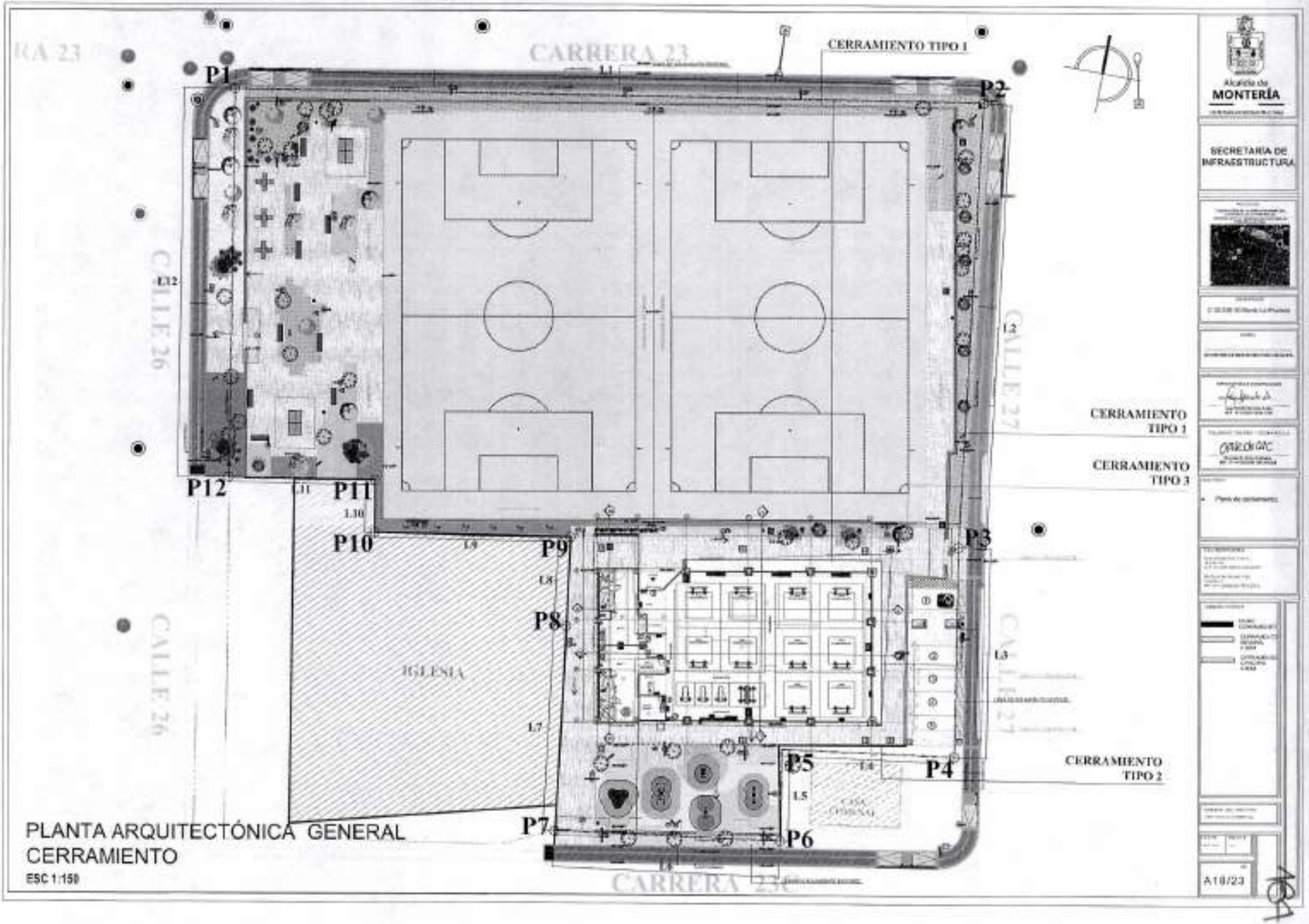
Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

A17/23

163

PLANO DE CERRAMIENTO

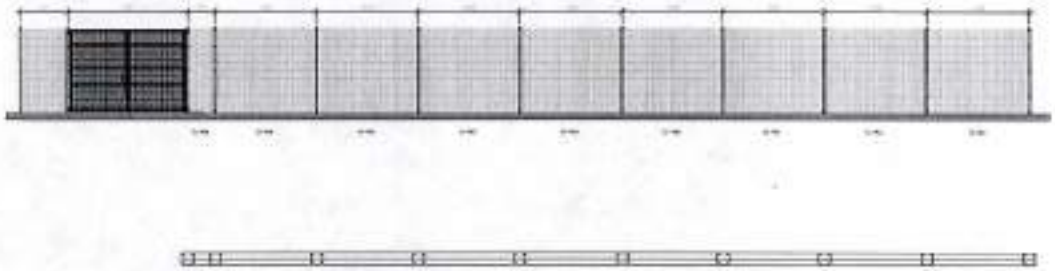


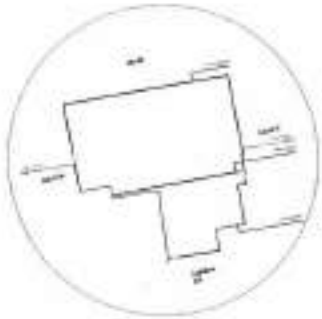
PLANTA ARQUITECTÓNICA GENERAL
CERRAMIENTO

ESC 1:150

MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m-Calle 26

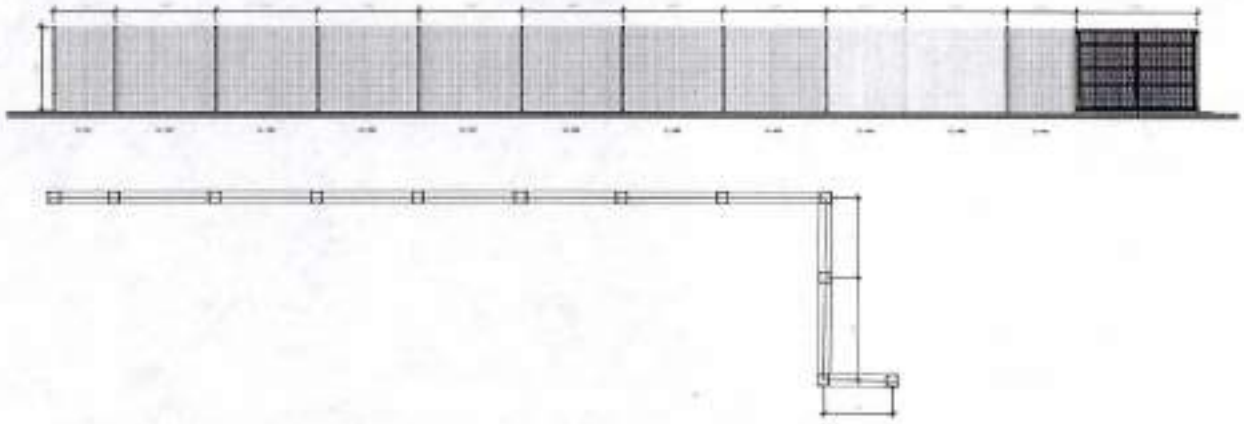
ESC 1:50

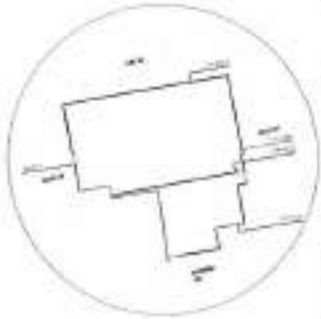




MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m- Calle 27

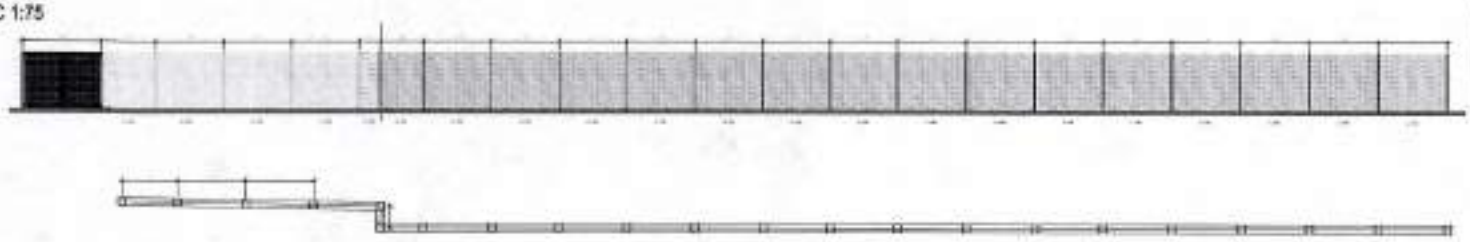
ESC 1:50

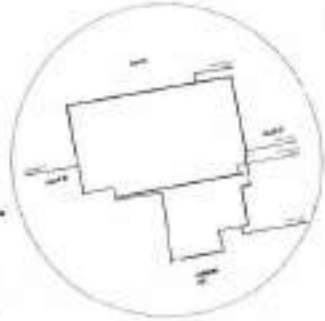




MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m-Calle 27

ESC 1:75





Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

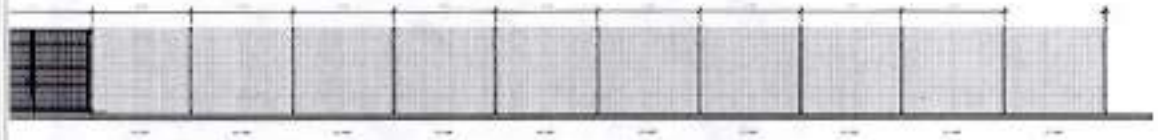
MODULACION CERRAMIENTO ALTURA 2.00M- CALLE 26-CALLE 27

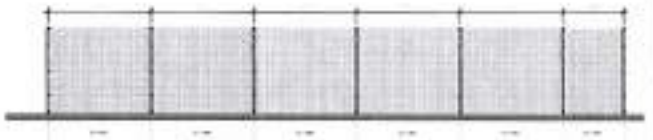
A18/23

185

MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m- Calle 26

ESC 1:50





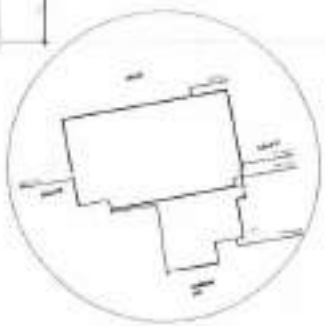


MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m- Carrera 23c

ESC 1:50







Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

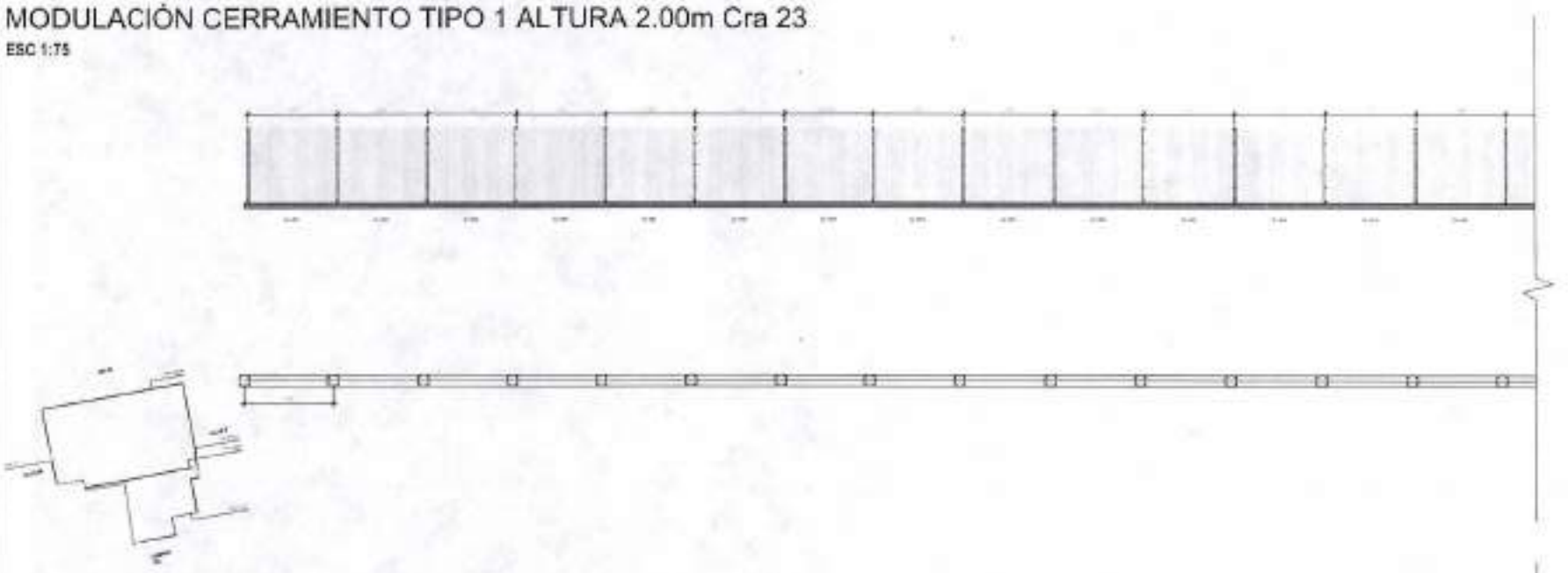


MODULACION CERRAMIENTO ALTURA 2.00M- CALLE 26 Y CARRERA 23C

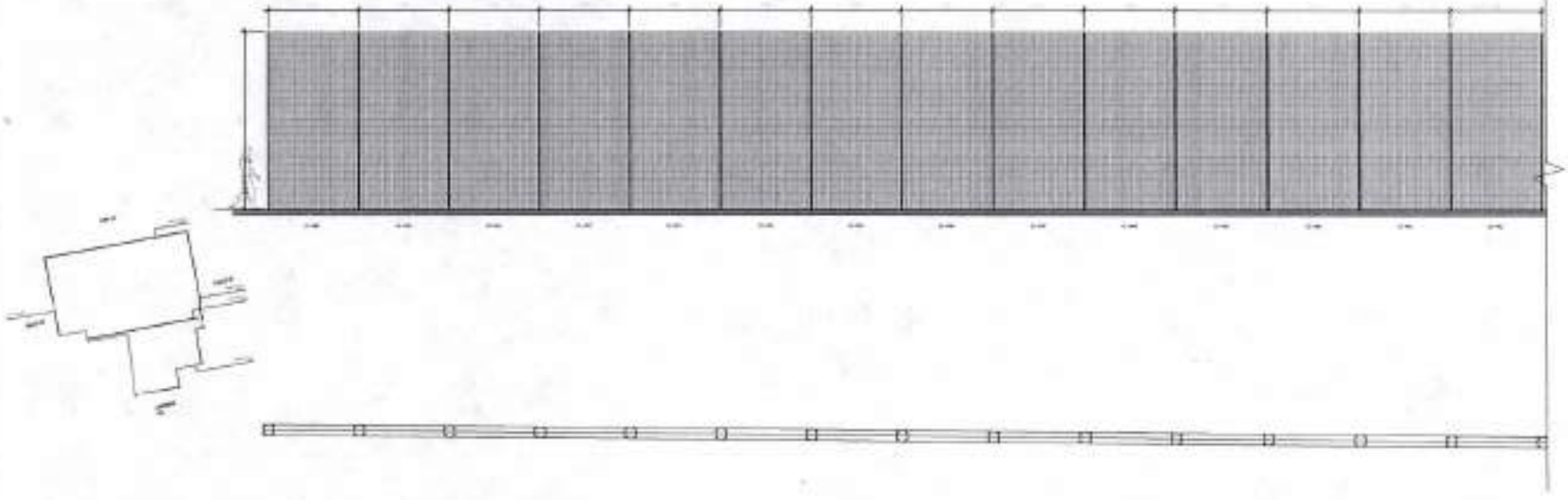
A20/23

MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m Cra 23

ESC 1:75



MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 3 ALTURA 4.80m Cra 23c



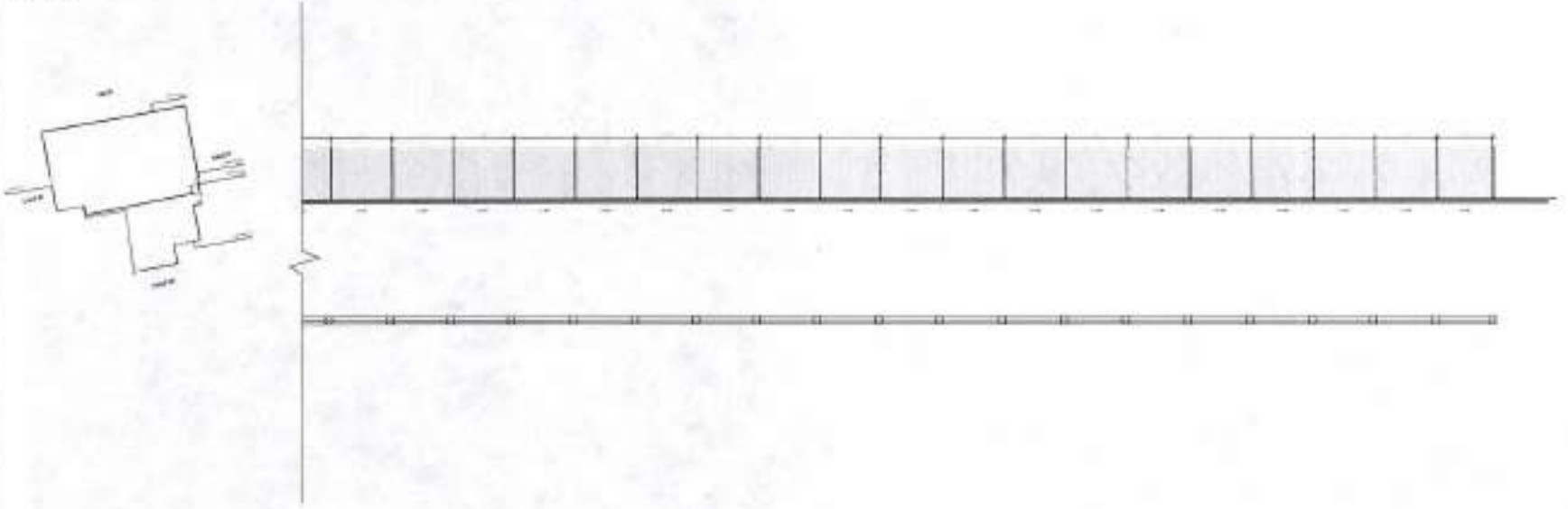
Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

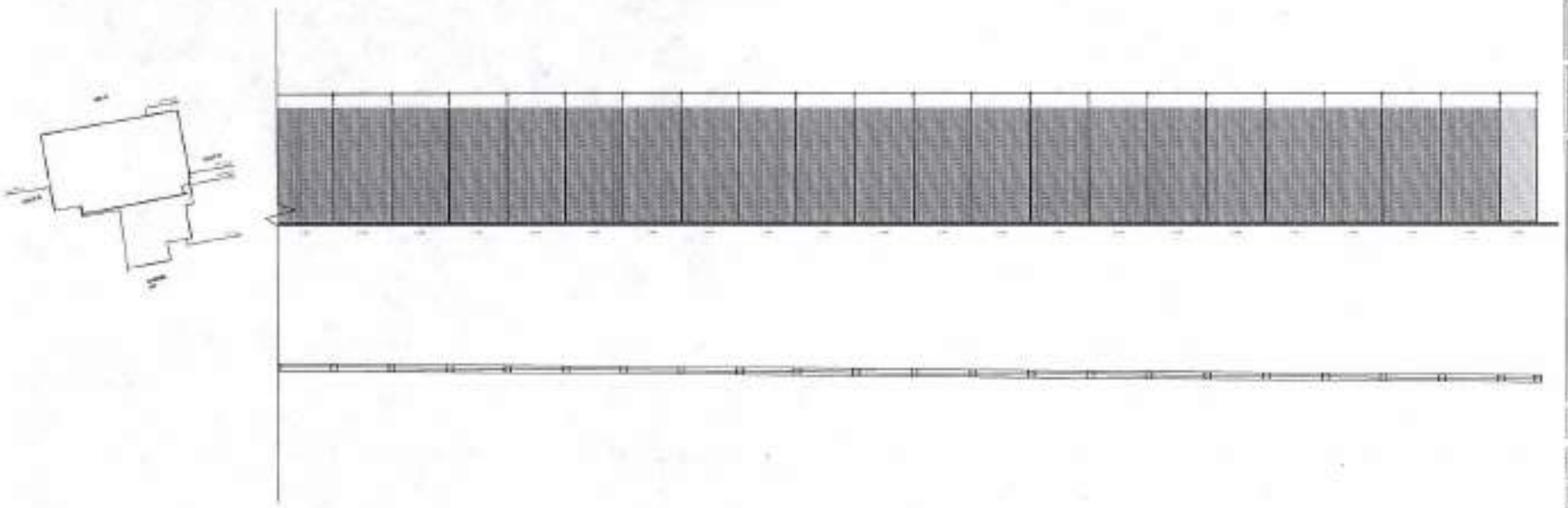
A21/23

CONTINUACIÓN - MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 1 ALTURA 2.00m- Carrera 23

ESC 1:75



CONTINUACIÓN - MODULACIÓN CERRAMIENTO TIPO 3 ALTURA 4.80m- Carrera 23c



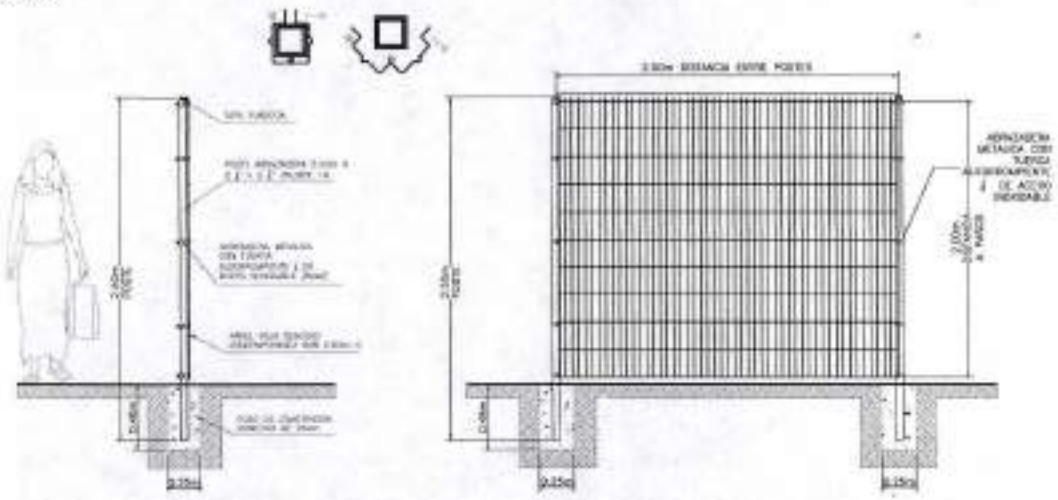
Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

A22/23

ESTRUCTURA

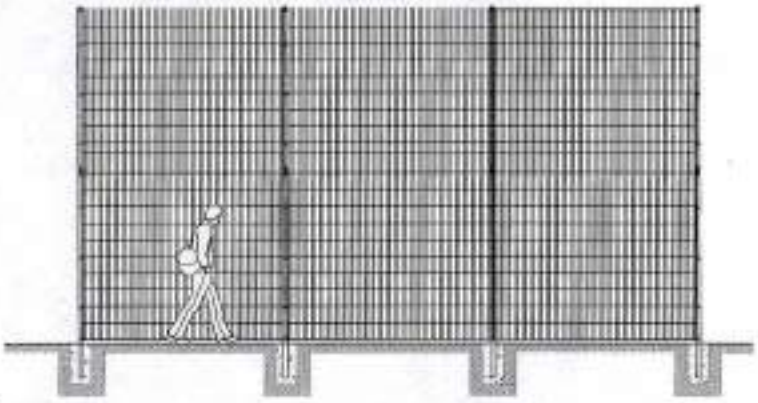
ESC 1:15



TIPO 1: REJA CONTEMPO 2.00m H CON POSTE CLASICA 2.50m SOBRE RAS DE SUELO 48cms

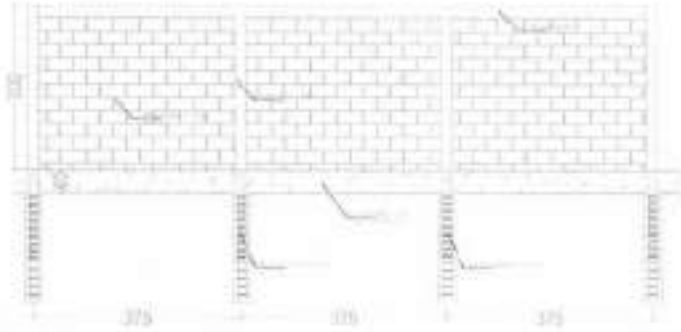
CUADRO DE PUERTAS CERRAMIENTO					
TIPO	DESCRIPCIÓN	PLANTA	ALZADO	ZONA	N°

TIPO 2: MURO CERRAMIENTO PERIMETRAL EN BLOQUE ESTRUCTURAL



ESC 1:100

TIPO 3: REJA CONTEMPO 4.50m H CON POSTE CLASICA 2.50m SOBRE RAS DE SUELO 48cms



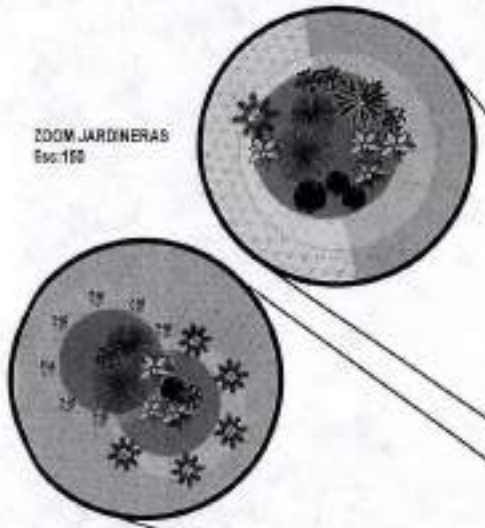
ESC 1:00

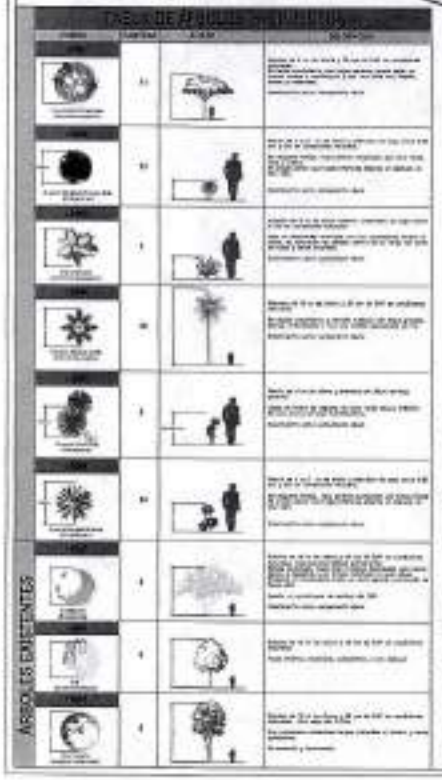
Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

- Estructura de cerramiento
- Detalles de cerramiento
- Cuadro de puertas

A23/23





TIPOS DE GRAMA

- MEZCLA DE GRAMA ORNAMENTAL CLIMA CALIDO
- GRAMA DEPRIMIDA
- GRAMA SOBOR ARROYO
- PASTO ANDINO
- TRATAMIENTO CLIMICO
- TRATAMIENTO CLIMA

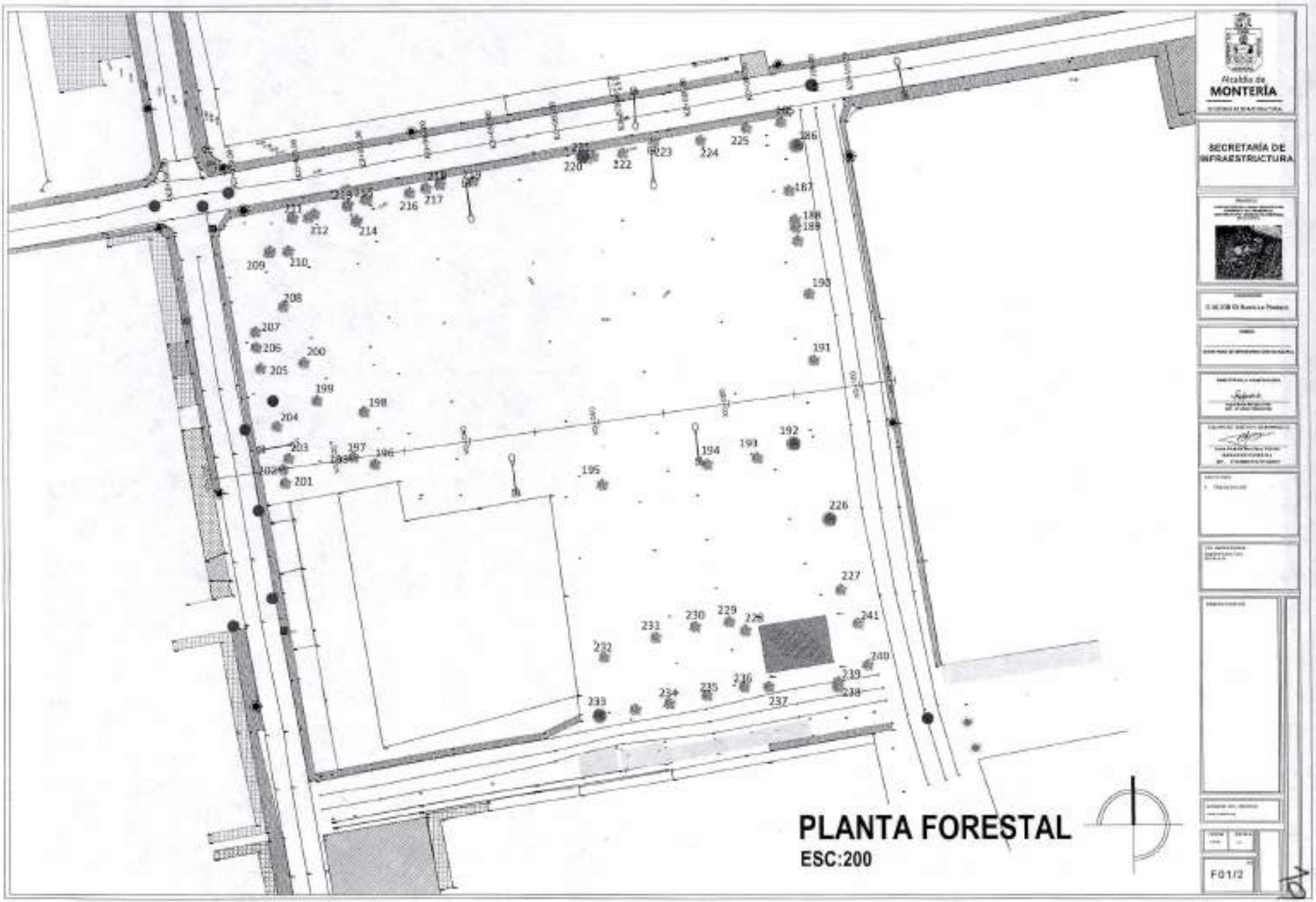


PLANTA DE PAISAJISMO
ESC:250

Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

F02/2



PLANTA FORESTAL

ESC:200

192

Monteria, 25 de marzo de 2025.

Señores
MUNICIPIO DE MONTERIA
Ciudad

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado el diseño arquitectónico del proyecto **"CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA –ETAPA 1",** a construirse en el Municipio de Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados en el presupuesto, que anexo debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y cedula de ciudadanía, certificado profesional vigente.

dmsechicac

DENISSE MARIA CHICA CABRALES
Arquitecta
C.C. N° 1.067.957.205 de Monteria, Córdoba
T.P. No A41272020-1067957205

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.067.957.205**
CHICA CABRALES

APELLIDOS
DENNISE MARIA

NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **29-OCT-1997**
MONTERIA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.67 ESTATURA | **A+** G.S. RH | **F** SEXO

02-DIC-2015 MONTERIA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VACHA



P-1300100-00797595-F-1067957205-20150303 0048779510A 2 40880096

Libertad y Orden

CONSEJO PROFESIONAL
NACIONAL DE ARQUITECTURA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES

Arquitecta

DENNISE MARIA CHICA CABRALES

C.C. 1.067.957.205 de Monteria

Universidad de los Andes

Matrícula Profesional
A41272020-1067957205

Fecha de Expedición
25/06/2020

Esta tarjeta es el único documento idóneo que autoriza a su titular para ejercer la profesión de Arquitecto dentro de los parámetros establecidos por la Ley 435 de 1998, y demás normas complementarias con la materia. Este documento es intransferible.

Agradecemos a quien encuentre esta tarjeta devolverla al Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares.

www.cpnaa.gov.co

Presidente CPNAA

Verifique la autenticidad de este documento escaneando el Código QR.

Carrera 6 No. 26B - 85 Oficina 201
PBX: 3502700 ext. 101 - 124
info@cpnaa.gov.co
www.cpnaa.gov.co

A21036

CONSEJO PROFESIONAL
NACIONAL DE ARQUITECTURA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES

E739853

CERTIFICA

Que la Arquitecta DENNISE MARIA CHICA CABRALES con cédula de ciudadanía No. 1067957205 de Montería, registra Matrícula Profesional de Arquitectura No. A41272020-1067957205, expedida en cumplimiento de la Resolución No. 27 del 25 de Junio de 2020 por el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares., la cual se encuentra **VIGENTE**.

La profesional no registra ANTECEDENTES ni SANCIONES VIGENTES en el ejercicio de su profesión por parte del Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares.

La anterior información corresponde en su integridad con los datos del Registro de Arquitectos y Profesionales Auxiliares de la Arquitectura.

El presente certificado tiene una vigencia de seis (6) meses a partir de la fecha de su expedición.

Dado en Bogotá, D.C., a los 25 días del mes de Marzo de 2025.

ALFREDO MANUEL REYES ROJAS
Director Ejecutivo

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria, según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf. La falta de firma del titular no invalida el certificado.

Para verificar la integridad y autenticidad de este documento ingrese a la página web
[https://cpnaa.gov.co/verificacion-de-autenticidad-del-certificado-de-vigencia-profesional-digital]
y digite el siguiente código de verificación U840388

Carrera 6 No. 26B-85 Oficina 201, Bogotá, D.C. – Colombia
PBX 601-3502700 Ext. 1101-1124
info@cpnaa.gov.co
www.cpnaa.gov.co

Documento firmado digitalmente por: Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares
Página 1 de un total de 1 página (s)

Montería, 25 de marzo de 2025.

Señores
MUNICIPIO DE MONTERIA
Ciudad

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado el diseño de paisajismo del proyecto '**CONSTRUCCION DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA –ETAPA 1"**, a construirse en el Municipio de Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados en el presupuesto, que anexo debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y cedula de ciudadanía, certificado profesional vigente.

SALOMON DAVID MEDINA CASSARES
Arquitecto
C.C. N° 10.933.981 de Montería, Córdoba
T.P. No A23092006-10933981



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 10.933.981
MEDINA CASSARES

APELLIDOS
SALOMON DAVID

NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 06-NOV-1979
MONTERIA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.71 ESTATURA
B+ G.S. RH
M SEXO

02-DIC-1997 MONTERIA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

CONSEJO PROFESIONAL
NACIONAL DE ARQUITECTURA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES
COLOMBIA

Arquitecto

MEDINA CASSARES
SALOMON DAVID

C.C.10.933.981 de Monteria

UNIVERSIDAD DEL SINU



MATRICULA PROFESIONAL

A23092006-10933981

FECHA DE EXPEDICION : 03/04/2006

199

CONSEJO PROFESIONAL
NACIONAL DE ARQUITECTURA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES

E739944

CERTIFICA

Que el Arquitecto SALOMON DAVID MEDINA CASSARES con cédula de ciudadania No. 10933981 de Monteria, registra Matrícula Profesional de Arquitectura No. A23092006-10933981, expedida en cumplimiento de la Resolución No. 9 del 3 de Abril de 2006 por el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares., la cual se encuentra **VIGENTE.**

El profesional no registra ANTECEDENTES ni SANCIONES VIGENTES en el ejercicio de su profesión por parte del Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares.

La anterior información corresponde en su integridad con los datos del Registro de Arquitectos y Profesionales Auxiliares de la Arquitectura.

El presente certificado tiene una vigencia de seis (6) meses a partir de la fecha de su expedición.

Dado en Bogotá, D.C., a los 25 días del mes de Marzo de 2025.

ALFREDO MANUEL REYES ROJAS
Director Ejecutivo

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria, según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf. La falta de firma del titular no invalida el certificado.

Para verificar la integridad y autenticidad de este documento ingrese a la página web
[https://cpnaa.gov.co/verificacion-de-autenticidad-del-certificado-de-vigencia-profesional-digital]
y digite el siguiente código de verificación Z034XP5

Carrera 6 No. 26B-85 Oficina 201, Bogotá, D.C. – Colombia
PBX 601-3502700 Ext. 1101-1124
info@cpnaa.gov.co
www.cpnaa.gov.co

Documento firmado digitalmente por: Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares
Página 1 de un total de 1 página (s)

MEMORIAS DE ANALISIS ESTRUCTURAL

200 | k

Octubre del 2024

MEMORIA DE ANALISIS ESTRUCTURAL

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DEPORTIVA DEL SURORIENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA - ETAPA 1 (MANZANA HALTEROFILIA) DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

Contenido

1. INFORMACION GENERAL 3
2. DESCRIPCION GENERAL 3
3. MATERIALES 3
3.1.1 Módulo de Elasticidad 3
3.1.2 Módulo de Ruptura 3
3.1.3 Características Físicas 4
3.2 PERFIL ESTRUCTURAL 4
3.3 PERFIL EN LÁMINA DELGADA 4
4. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO 5
4.1 PREDIMENSIONAMIENTO 6
4.1.1 Análisis de Carga 7
4.1.2 Dimensiones de Elementos 15
4.1.3 Cimentación 15
4.1.4 Columnas 15
TABLA 6. CANTIDAD DE COLUMNAS 15
4.1.5 Vigas 15
4.1.6 Losas macizas 21
4.1.7 Tipo de Sistema Estructural 21
4.1.8 Reducción del valor de R según la Estructura 24
4.2 OBTENCION DEL NIVEL DE AMENAZA SISMICA AA Y AV 38
4.3 MOVIMIENTO SISMICO DE DISEÑO 40
4.4 COMBINACIÓN DE LAS DIFERENTES SOLICITUDES 43
4.5 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 46
4.6 CHEQUEO DE DERIVA 46
4.7 MODELO 3D 46
4.8 DESCRIPCIÓN DE ANEXO Y MEMORIA 47
4.9 DESCRIPCION DE SOTWARE 47