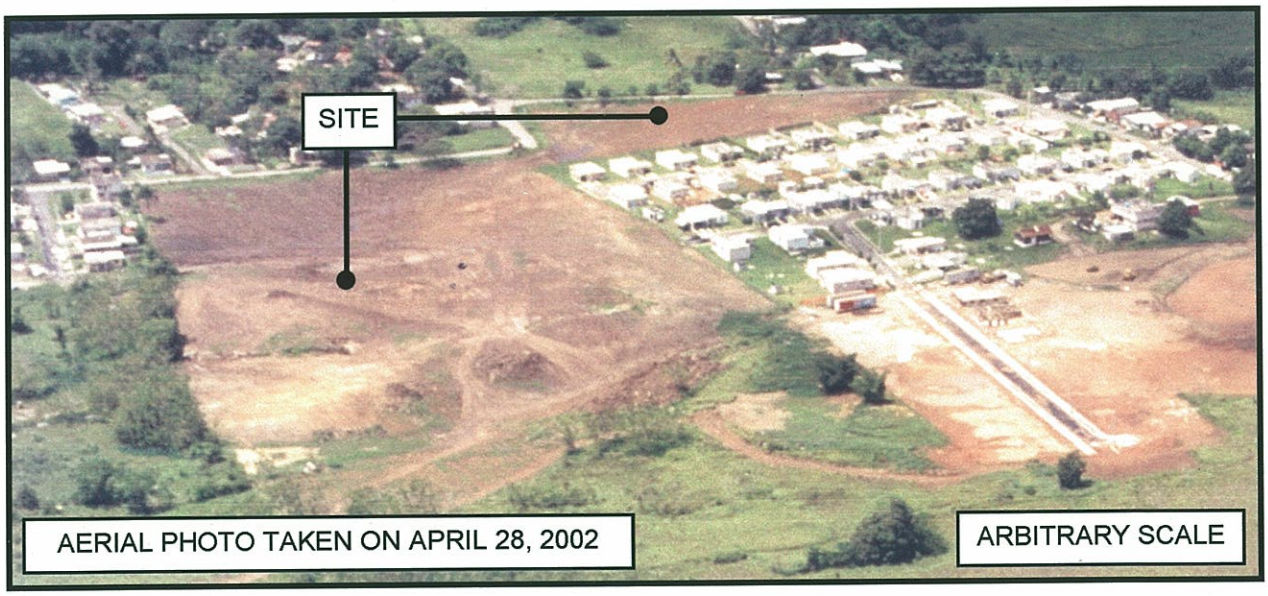
MENAR HYDROSYSTEMS ENGINEERING
Hydrology • Hydraulics • Sediment Transport

OFF-SITE DRAINAGE ANALYSIS AND DESIGN FOR MONTE CLARO DEVELOPMENT CABO ROJO, PUERTO RICO

PREPARED FOR:

MERCED, GUERRA & ASSOCIATES



PREPARED BY:

MENAR HYDROSYSTEMS ENGINEERING, P.S.C.
PO BOX 40101 SAN JUAN PR 00940-0101
TEL 787-750-0754
FAX 787-750-1592
E-MAIL MENAR@CARIBE.NET

SEPTEMBER 2002

TABLE OF CONTENTS

PAGE

LIST OF TABLES iii

LIST OF FIGURES iv

INTRODUCTION 5

SCOPE OF WORK 5

MODEL DEVELOPMENT AND DESIGN STORM 6

MODEL DEVELOPMENT *6*

TIME OF CONCENTRATION AND RUNOFF COEFFICIENT *7*

DESIGN STORM *8*

HYDROLOGIC RESULTS 9

STORM WATER DESIGN 10

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 11

GENERAL COMMENTS 12

REFERENCES 13

FIGURES

APPENDIX A - "PERMISO DE URBANIZACIÓN"

APPENDIX B - PHYSIOGRAPHIC DATA

APPENDIX C - HEC-1 INPUT & OUTPUT DATA (FILENAME: EXIS.DAT)

APPENDIX D - STORMCAD INPUT & OUTPUT DATA (FILENAME: EXTERNAL.STM)

LIST OF TABLES

PAGE

1. Physiographic data 8

2. Rainfall depths used in HEC-1 model 9

3. Peak discharges for the 100-year rainfall event (ft^3/s) 10

LIST OF FIGURES

1. Project location and external watershed limits in the USGS topographic maps of Puerto Real and San Germán (scale 1:10,000).
2. Partial copy of FEMA FIRM No. 197E (scale 1:10,000).
3. Conceptual plan of proposed storm water system (not to scale).
4. Existing topographic plan (arbitrary scale).
5. Hydraulic profile of proposed storm water system (scale as shown).

OFF-SITE DRAINAGE ANALYSIS AND DESIGN FOR MONTE CLARO DEVELOPMENT CABO ROJO, PUERTO RICO

Menar Hydrosystems Engineering, PSC
September 2002

INTRODUCTION

The report presented herein includes the results of the off-site drainage analysis and design for Monte Claro development. It consists in the development of 11.3 acres (11.6 cuerdas) to construct a ***low-income*** residential project. The property is located at Monte Grande ward, kilometer 22.7 of the State Road PR-102, within the Municipality of Cabo Rojo. Figure 1 shows the project location in the USGS topographic maps of Puerto Real and San Germán. The area is not classified as flooding zone as per the Flood Insurance Rate Map Number 197E, published by the Federal Emergency Management Agency (FEMA). A partial copy of this map is shown in Figure 2.

The purpose of this analysis is to determine the amount of off-site runoff draining to the property proposed for development and determine the minimum required hydraulic structures to conduct effectively the 100-year frequency flow discharge.

SCOPE OF WORK

The scope of work includes the following items:

1. Site visits for the inspection of the area and identifies potential drainage problems.
2. Determination of the area draining to the property.

3. Determination of the water paths in the watershed and theirs times of concentration.
4. Compilation of data available for the determination of the design storm.
5. Compilation of the available data concerning the existing drainage facilities.
6. Computation of peak flow discharge produced by the design storm.
7. Determination of the minimum dimensions of the hydraulic structure necessary to convey the peak flow produced by the design storm.

This analysis was limited to the off-site drainage since the proposed project hydrologic-hydraulic analysis and design was performed by others. The project was approved by the Permit and Regulations Administration ("ARPE") as indicated in the letter included in Appendix A.

MODEL DEVELOPMENT AND DESIGN STORM

Model Development

One of the most important tasks in the analysis performed was the development of the hydrologic model. It is the base of our analysis since the reliability of the obtained results depends on the correct modeling of the existing conditions. Drainage watershed was divided in two basins as shown in Figure 1. Basin Left drains the left side of the watershed and Basin Right drains the right side.

The watershed limits were delimited in the field with the help of the topographic map and an aerial photo taken on April 28, 2002 (see front cover of this report). If these

limits were delimited using only the topographic map, the drainage area would be greater than what really is.

Time of Concentration and Runoff Coefficient

The time of concentration T_c is defined as the time it takes for the most hydraulically remote drop of water to travel to the basin outlet. T_c for Basin Left was estimated using the Kirpich Equation:

$$T_c = 0.00013(L^{0.77}/(S^{0.385})$$

where:

T_c = time of concentration, hour
L = maximum length of travel, feet
S = slope from the most remote point to the outlet

For Basin Right it was computed using the Upland Method where T_c is the path length (L) divided by the flow velocity (V). The velocity is estimated using a graph developed for overland flow. Appendix B shows the computations for the T_c and Lag time T_L for the existing condition.

The unit hydrograph methodology, developed by the Natural Resources Soil Conservation Service (NRSCS), formerly Soil Conservation Service, and implemented in the June 1998 edition (version 4.1) of the HEC-1 computer program was applied to estimate the 100-year peak discharge for each basin and the total watershed. The runoff curve number (CN) associated with each basin was determined using the hydrologic classification of the soils and soils maps of the Mayagüez Area of Western

Puerto Rico, prepared by the NRSCS. An Antecedent Moisture Condition II, 24-hour rainfall duration, and a balanced storm distribution were used in the analysis. Table 2 shows a summary of the physiographic data. At this point, it should be mentioned that since the areas under analysis are external to the property proposed for development (where no development is proposed), the physiographic parameters are the same for existing and proposed conditions. That means, at the time of development of such areas (by other), the necessary flow mitigation structures should be provided to keep the proposed flow discharge (for the 100-year event) equal than the existing. Table 1 shows a summary of the physiographic data.

Table 1. Physiographic data.

Parameter	Basin Left	Basin Right
Area, mi^2 (acres)	0.03 (19)	0.07 (45)
CN	75	80
Tc, min	12	31

Design Storm

The drainage watershed under study is a small one characterized by short times of concentration. It is assumed that the rainfall occurs at a constant rate I (intensity in in/hr) and uniformly over the entire basin.

A triangular rainfall distribution was constructed such that specified depth for the 24-hr duration occurs during the central part of the storm. This is known as a "balanced

storm", and was constructed using data for 30-min to 24-hr rainfalls taken from TP-42. Additional data required by HEC-1 such as the rainfall depths for 5- and 15- minute events were extrapolated from the plot of the available data on a log-log graph. The balance storm rainfall depths used for this study are indicated in Table 2.

Table 2. Rainfall depths used in HEC-1 model.

Duration, hr	Depth, in 100-yr
0.083	0.63
0.25	1.90
1	4.90
2	6.20
3	7.10
6	9.00
12	10.70
24	13.00

HYDROLOGIC RESULTS

The HEC-1 modeling was performed using: 1) the rainfall depths; 2) the total area; 3) the curve numbers (CN) and; 4) the basins times of concentration. Peak discharges for the 100-year frequency event were computed at each basin outlet for the existing condition.

Table 3 shows the results from the analysis. It was assumed that the rainfall event produce flood event having the same return interval as the rainstorm. Detailed results of the hydrologic modeling are included in Appendix C.

Table 3. Peak discharges for the 100-year rainfall event (ft^3/s).

Basin Left	Basin Right	Combination
122	248	349

STORM WATER DESIGN

The existing scenario consists of several culvert crossings through the road passing through the south limit of the property proposed for development. Figure 3 shows a conceptual scheme of the proposed storm water system. In that scheme it is indicated the existing culvert crossings. Basin Left discharge into the (2)30" pipe culvert at the left end while, Basin Right discharges into the remaining culvert crossings. All of them are 24" pipe culverts. As per the existing topography of the site (Figure 4), the contour lines indicate that the flow pattern is mostly from the road up to the northeast limit of the property. For that reason, the proposed storm water system alignment is through the south and west limit of the property (see Figure 4).

The hydraulic profiles were computed using the friction method (Manning Formula). Roughness coefficient of 0.011 was used for polyvinyl chloride pipes (pvc). However, other material with the same or lower roughness coefficient can be used in the final plans.

The proposed off-site storm sewer system was designed using the inflows computed in the hydrologic analysis. Headloss through the manholes and inlets were computed using a range of headloss coefficient from 0.5 to 1.0, where 0.5 corresponds to normal

losses and 1.0 to high losses. Resulting pipe diameters and length are indicated in Figure 5. Appendix D includes the output data from StormCAD.

It should be mentioned that the proposed storm water system to manage the off-site runoff was designed assuming the worst-case scenario. That is, a storage area is available upstream from the existing (2)30" pipe culvert and, it was not considered in the analysis. Therefore, the proposed system will be operating under more relaxed conditions than the simulated in this analysis.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. The proposed storm water system consists of (1)48" pvc pipe for each of the first 4 reaches and (2)48" pvc pipes for the last two reaches. Invert elevations are indicated in Figure 5.
2. The proposed storm water system will have capacity to manage the 100-year flow discharge produced in the external watershed draining to the property proposed for development.
3. The proposed storm water system will be operating under pressure flow conditions but will not be flooded in any point of the system.
4. Reinforced concrete pipe or similar pipe material with the same or lower roughness coefficient must be used for the new pipe installation.
5. Inlets should be provided as shown in Figure 3 to receive runoff from the existing road and local areas.
6. Minimum pipe diameters are indicated in the water profiles shown in Figure 5.

7. Local storm water system should not be connected to the system proposed to conduct the off-site runoff.

8. Final finish floor of the lots at the vicinity of the proposed storm water system should be set at 32.5 meters (minimum).

GENERAL COMMENTS

All the recommendations specified herein must be considered to ensure the optimum performance of the storm water system facility proposed to conduct the off-site runoff entering to the project. The results presented herein are intended as a guide in the design of the construction plans. Therefore, the designer must determine the specifications of the recommended structures.

Merced, Guerra & Associates submitted data for the completion of the analysis. Any variations of this data such as pipe slope, roughness coefficient, pipe length, etc., might invalidate the results and/or recommendations presented herein.

Cordially,

M. H. ENGINEERING, PSC

MIGUEL MENAR FIGUEROA
INGENIERO LICENCIADO
LIC. 13051
PUERTO RICO

Miguel Menar, MSCE, PE

REFERENCES

Haestad Methods, 1995. StormCAD: Storm Sewer Design & Analysis Software. Waterbury, CT.

NWS, 1961. Generalized Estimates of Probable Maximum Precipitation and Rainfall-Frequency Data for Puerto Rico and Virgin Islands. Technical Paper No. 42. Superintendent for Documents, Washington, D.C.

PRPB, 1975. Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado Pluvial. Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Oficina del Gobernador. Junio 1975.

U.S. Army Corps of Engineers, 1998. *Flood Hydrograph Package* (*HEC-1).* Hydrologic Engineering Center. Davis, California. Version 4.1. June 1998.

FIGURES

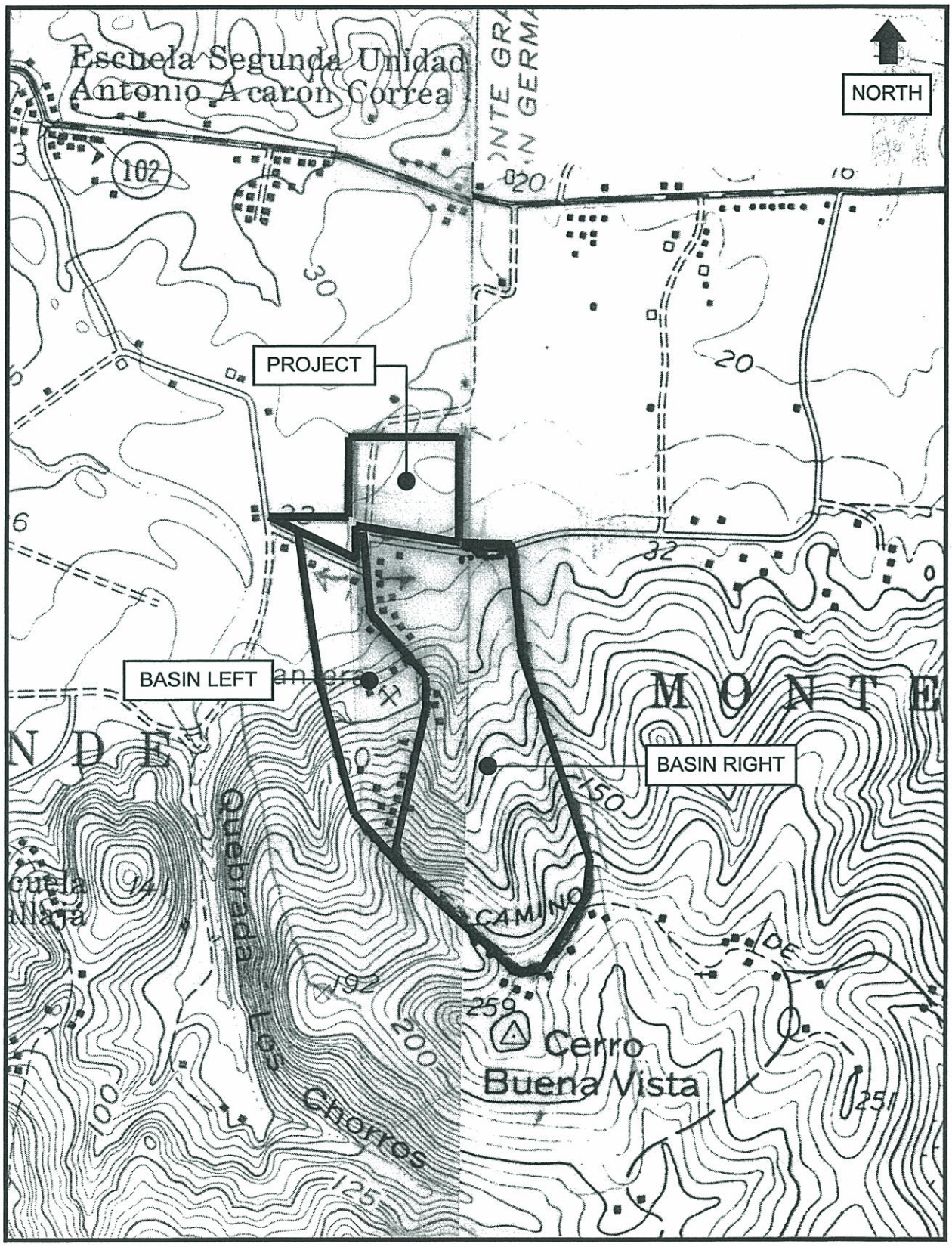


Figure 1. Project location and external watershed limits in the USGS topographic maps of Puerto Real and San Germán (scale 1:10,000).

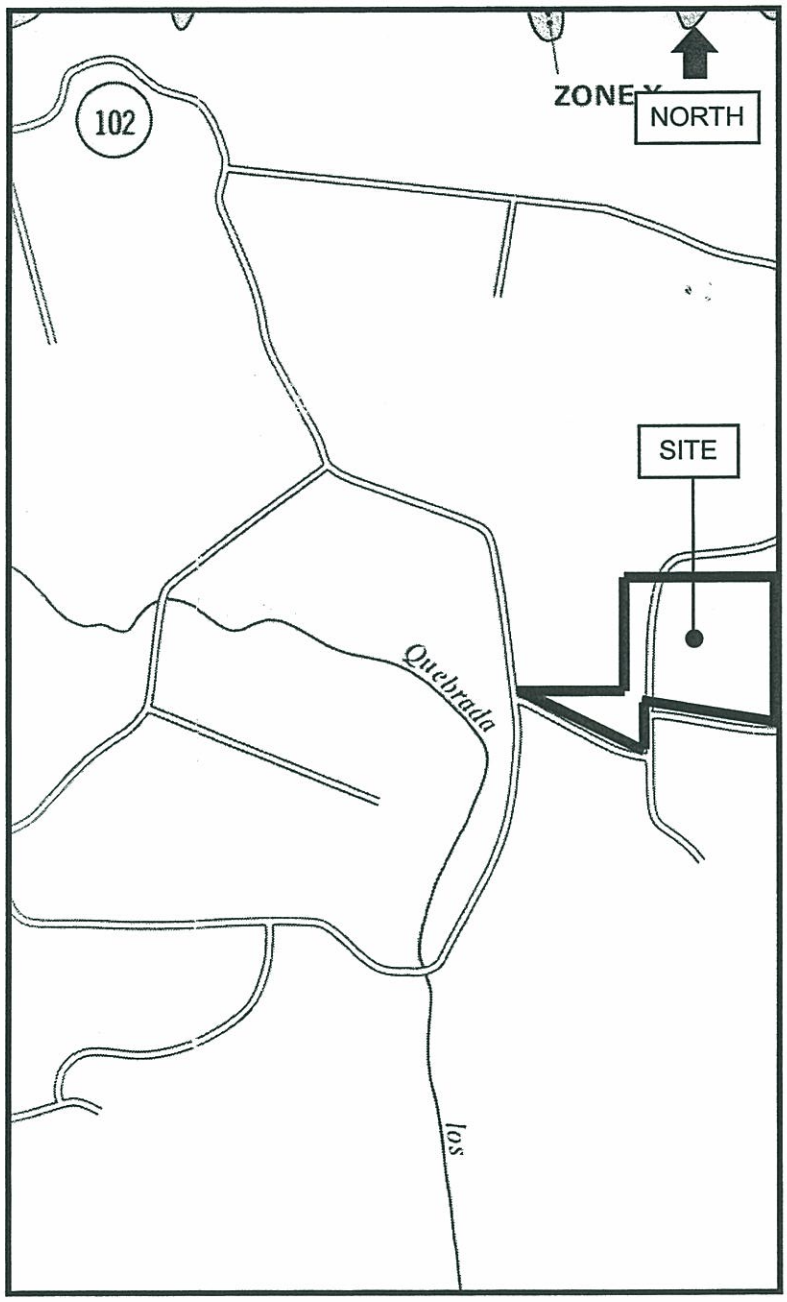


Figure 2. Partial copy of FEMA FIRM No. 197E (scale 1:10,000).

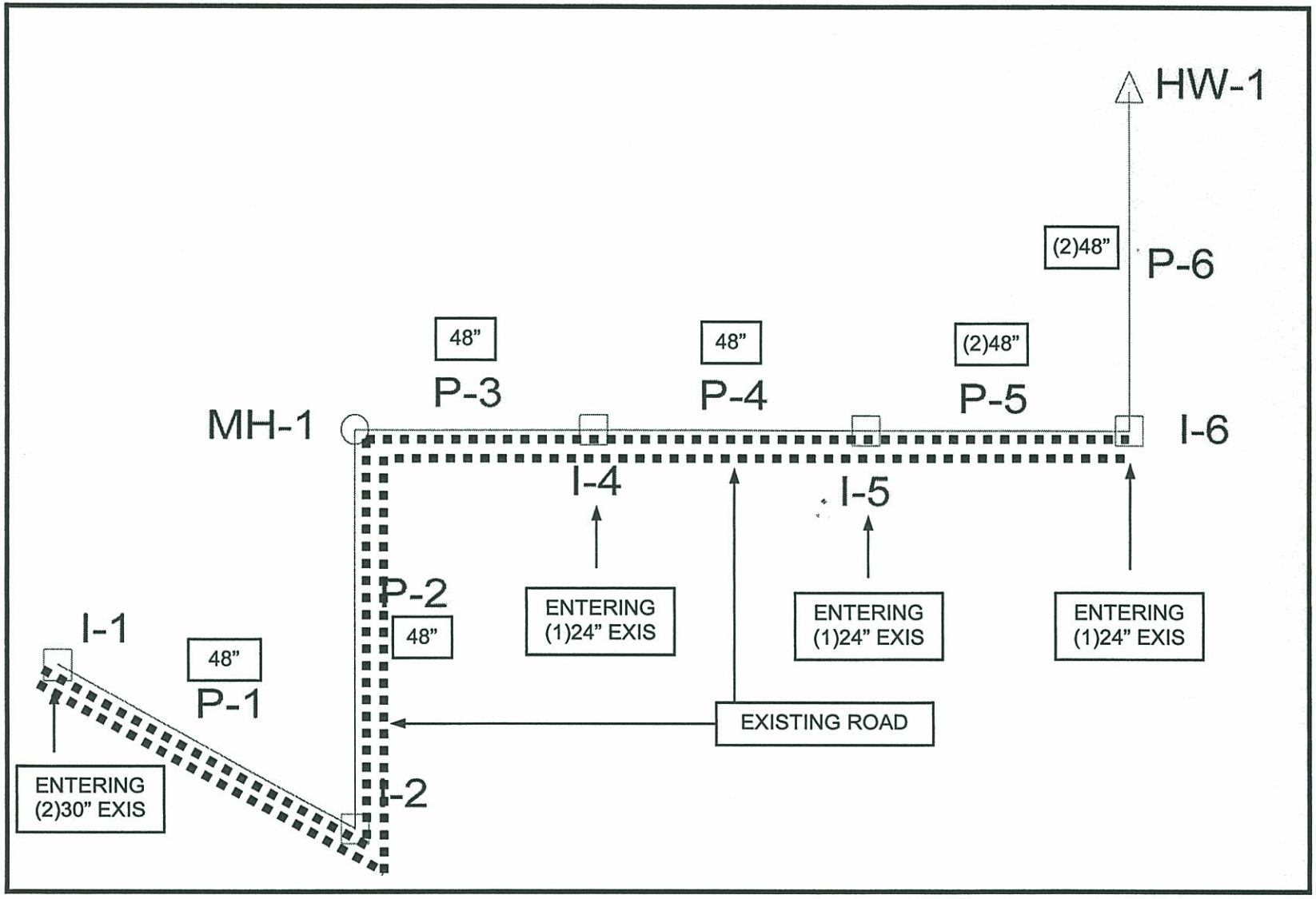


Figure 3. Conceptual plan of proposed storm water system (not to scale).

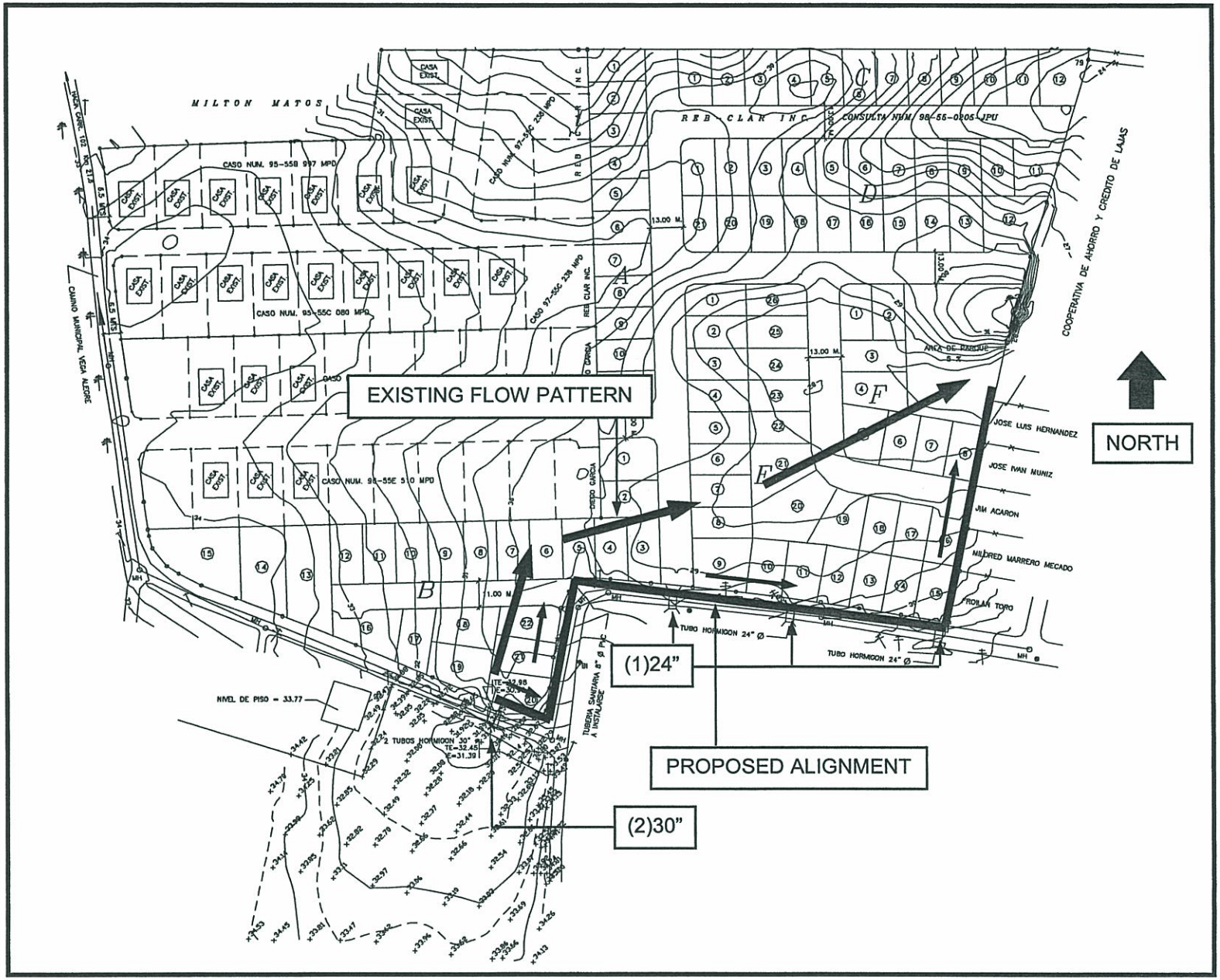


Figure 4. Existing topographic plan (arbitrary scale).

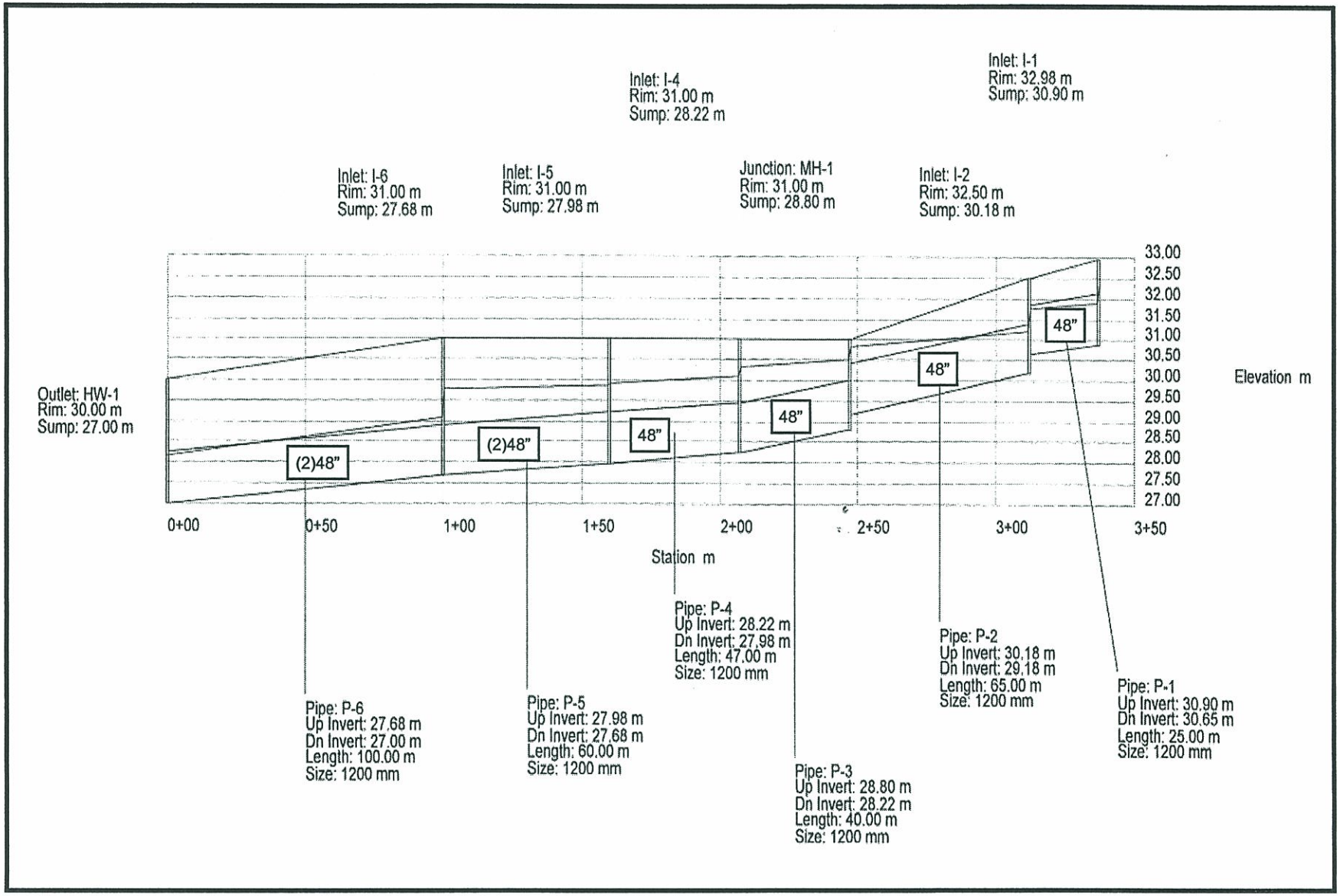


Figure 5. Hydraulic profile of proposed storm water system (scale as shown).

APPENDIX A
"PERMISO DE URBANIZACIÓN"

RPT014.rpt

E. DO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
ADMINISTRACION DE REGLAMENTOS Y PERMISOS
CENTRO DE SERVICIOS DE MAYAGUEZ

Núm. de Radicación:
01PO3-00000-00913

PERMISO DE URBANIZACION

Número de Catastro:
55-333-000-001-41-000

OBRAS DE URBANIZACION CONSTRUCCION PARA 100 SOLARES CON CABIDA MINIMA DE 300.00 MC LRB. MONTE CARLO

De conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias, se expide el presente Permiso de Urbanización - **Certificado / Residencial / Privado** para la propiedad ubicada en :

CARR 102, KM 21.8
CMNO VEGA ALEGRE SECT. VEGA ALEGRE
BO. MONTE GRANDE
CABO ROJO, PR

Dueño(s)
1 Sr. Roberto Perez Colon (Primario)

Proponente / Contacto(s)
1 Proyectista - Ing. Claudio . Rodriguez Hernandez - .CLAUDIO RODRIGUEZ & ASOCIADOS

Certificado por
1. Ing. Claudio Rodriguez Hernandez , Lic. No. 6266

Casos de Referencia :
Planos Finales : 99-55-A-324-MPD
Planos Finales : 98-55-D-205

Datos Geográficos / Zonificación:
Zonificación 1 : A-4
Accesos : Público
Fecha de Vigencia (Inund) : 5/MAYO/99
Número Hoja Mapa Inundables : 34-B
Públicas : CAMINO MUNICIPAL

Descripción Legal
N REB-CLARC,INC
S PARCELA USO PUBLICO E PARC. USO PUBLICO
O PARC. USO PUBLICO

Cabida :
Cabida Mesura m² : 50,355.0522 m.c.

Estimado :
Orig.: $ 715'500.00 / Sellos CIAPR/CAPR : 716
Calc.: $ 715'500.00 / Sellos CIAPR/CAPR : 716

Atributos/Características

Cabida por Uso
Residencial : 37,527 m.c.

Cabida
Parque : 2'557.01 m.c.

Cabida/Accesos
Calle(s) : 10'271.01 m.c.

El/La Inspector(a) Designado(a) , , deberá certificar la inspección de estas obras, de acuerdo con las disposiciones de la Sección 4.0 del Reglamento para la Certificación de Proyectos de Construcción.

La aprobación del presente plano de construcción estará vigente por un periodo de tres (3) años a partir de la fecha de este informe, entendiéndose que de no iniciarse la construcción de las facilidades o en su defecto garantizarse las mismas mediante la presentación de la fianza correspondiente, dentro del término indicado se interpretará como que se ha desistido del caso, quedando el mismo ARCHIVADO para todos los efectos legales.

Para los proyectos considerados a tenor con las disposiciones del Reglamento de Procedimientos Adjudicativos de la Junta de Planificación de Puerto Rico, la vigencia de los planos de construcción será de dos (2) años.

>>> Ver anejo para Condiciones Adicionales <<<

Ing. Angel D. Rodriguez Quiñones
ADMINISTRADOR DE ARPE

Autorizado por : Ing. Luis A Velez Roche
Gerente Regional
CENTRO DE SERVICIOS DE MAYAGUEZ

Fecha de Aprobación : 04-24-2001

Fecha Expedido: MAY 1 6 2001

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
ADMINISTRACION DE REGLAMENTOS Y PERMISOS
CENTRO DE SERVICIOS DE MAYAGUEZ

ANEJO - PERMISO DE URBANIZACION

Dirección del Proyecto :
CARR 102, KM 21.8
CMNO VEGA ALEGRE SECT. VEGA ALEGRE
BO. MONTE GRANDE
CABO ROJO, PR

Caso Número : 01PO3-00000-00913

Permiso : Certificado / Residencial / Privado

Dueño(s)
1 Sr. Roberto Perez Colon (Primario)

Condiciones Especiales :

Este permiso deberá cumplir con las siguientes condiciones:
1.Las obras de construcción deberán de coordinarse con todas aquellas agencias gubernamentales concernidas previo al comienzo de las mismas.
2. Las obras de movimiento de tierras a efectuarse en este proyecto se harán siguiendo estrictamente las recomendaciones de suelo realizado por la firma Western Soil, Inc. el 31 de julio de 2000 el cual se hace formar parte de esta aprobación.
3. Previo a solicitar segregación de solar alguno, la parte proponente deberá someter o cumplir con lo siguiente:
a-Endoso del Instituto de Cultura Puertorriqueña en relación al nombre propuesto para el proyecto.
b-Tramitar el desarrollo preliminar de las facilidades vecinales a servir al proyecto y cumplir con la programación de obras que finalmente sea autorizada para las mismas en éste.
4. Se hace constar que la otorgación del Permiso de Uso de las viviendas y/o aprobación de la segregación de los solares del proyecto estará basado en el cumplimiento de la programación de obras a construirse a servir a las facilidades vecinales requeridas o aportaciones en efectivo a realizarse en sustitución de obras o áreas (Escuela u otros); en conformidad con el Reglamento de Planificación Número 3 (Reglamento de Lotificación y Urbanización).
5. La aprobación del presente Plano de Construcción estará vigente por un periodo de tres (3) años a partir de la fecha de expedición de este Permiso de Urbanización, entendiéndose que de no iniciarse la construcción de las facilidades o en su defecto garantizarse las mismas o en su defecto garantizarse las mismas mediante la prestación de la fianza correspondiente, dentro del término indicado se interpretará como que se ha desistido del caso, quedando el mismo ARCHIVADO para todos los efectos legales.
6. Las disposiciones de permisos, informes o acuerdos adoptados para este proyecto, no alterados por este permiso, prevalecen en todo su vigor y efecto
Cumplir con los requerimientos de la Administración de Reglamentos y Permisos no exime a una parte de cumplir con las leyes "Fair Housing Act" y "American With Disabilities Act".

---------- Final de Condiciones Especiales ----------

Autorizado por : Ing. Luis A Velez Roche
Gerente Regional
CENTRO DE SERVICIOS DE MAYAGUEZ

Fecha de Aprobación : 04-24-2001

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
ADMINISTRACION DE REGLAMENTOS Y PERMISOS
CENTRO DE SERVICIOS DE MAYAGUEZ

ANEJO - PERMISO DE URBANIZACION

Dirección del Proyecto : CARR 102, KM 21.8 CMNO VEGA ALEGRE SECT. VEGA ALEGRE BO. MONTE GRANDE CABO ROJO, PR	Caso Número : 01PO3-00000-00913 Permiso : Certificado / Residencial / Privado Dueño(s) 1 Sr. Roberto Perez Colon (Primario)

12. Será responsabilidad única y exclusiva de la parte proponente el proveer verjas o barreras físicas en todas aquellas formaciones de taludes o en lugares que corresponden a tenor con la Resolución JP-212 de la Junta de Planificación del 26 de junio de 1975 (Normas para taludes, muros de sostenimiento y requerimiento de verjas en proyectos de desarrollos de terrenos).

13. Esta aprobación no implica en modo alguno que se prive a los propietarios colindantes del derecho de ejercitar cualquier acción legal que estimen pertinente en contra de los proponentes en este caso, para proteger sus propiedades y reclamar compensación por daños y perjuicios que le sean ocasionados por las aguas que descargan del sistema de alcantarillado pluvial o desagues propuestos.

14. Los materiales de construcción a usarse serán de la calidad y consistencia que exija la agencia correspondiente y todo hormigón deberá soportar un esfuerzo unitario en compresión mínimo de 3,000 libras por pulgada cuadrada a los 28 días de haberse depositado, excepto en el caso de las aceras, en cuyo caso se permitirá un esfuerzo unitario de 2,500 libras por pulgada cuadrada.

15. Previo a la aprobación del Plano de Inscripción el proponente otorgará mediante escritura pública a favor de las agencias gubernamentales concernidas todas aquellas servidumbres que afecten los solares y/o parcelas del proyecto.

16. En conformidad con las disposiciones establecidas en el Reglamento de Planificación Número 3, la Administración de Reglamentos y Permisos no aprobará el Plano de Inscripción Final ni otorgará el Permiso de Uso correspondiente al último cincuenta pro ciento (50%) de las viviendas y/o solares hasta tanto el urbanizador o constructor haya cedido las facilidades vecinales.

17. Se indica además a la parte proponente que previo a la aprobación del Plano de Inscripción, deberá someter evidencia de que los futuros moradores de este proyecto de urbanización que adquieran solares con terrazas en exceso de dos (2) metros de altura en su parte posterior y de un (1) metro lateralmente, tienen conocimiento de las condiciones topográficas de dichos solares y están conforme al tiempo de obtener la opción de compra y sus respectivos solares y/o viviendas.

Esta evidencia podrá consistir en una carta o forma conteniendo la siguiente información:
a) Area neta del solar según aparece en el Plano de Inscripción.
b) Area utilizable (relativamente llana).
c) Area en talud y altura del mismo.
d) Desague de dicho solar.

El Modelo de la carta o forma aquí requerida deberá ser previamente sometida a la Administración de Reglamentos y Permisos para su endoso.

8. Cualquier omisión voluntaria o involuntaria de detalle u obra en los planos de construcción aprobados, se interpretará como aprobado, de acuerdo con el Reglamento de Planificación Número 3 (Lotificación), y/o las normas, requisitos o especificaciones de la Agencia correspondiente, excepto aquellas variaciones que aunque omitidas de los planos hayan sido específicamente permitidas. Asimismo, cualquier alteración a lo aprobado o implicado como aprobado de acuerdo con lo anterior, deberá someterse a la consideración de la Agencia pertinente y a la Administración de Reglamentos y Permisos.

9. Disposiciones de cualquier acuerdo o permiso anteriormente aprobado, no alteradas por este informe, permanecen en todo su vigor y efecto.

>>> Ver página 4 para Comentarios / Condiciones Especiales <<<

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
ADMINISTRACION DE REGLAMENTOS Y PERMISOS
CENTRO DE SERVICIOS DE MAYAGUEZ

ANEJO - PERMISO DE URBANIZACION

Dirección del Proyecto : CARR 102, KM 21.8 CAMINO VEGA ALEGRE SECT. VEGA ALEGRE BO. MONTE GRANDE CABO ROJO, PR	Caso Número : 01PO3-00000-00913 Permiso : Certificado / Residencial / Privado Dueño(s) 1 Sr. Roberto Perez Colon (Primario)

ARPE 15.109-A
Nov. 1984

Condiciones Adicionales

1. Las obras de movimiento de tierras a efectuarse en este proyecto se harán siguiendo estrictamente las recomendaciones del estudio de suelos realizado por la firma , el cual se hace formar parte de esta aprobación.

2. El contratista o urbanizador deberá obtener de la Junta de Calidad Ambiental, previo al inicio de estas obras, los siguientes permisos:

   a) Plan CEST - Control de la Erosión y Sedimentación
   b) Fuente de Emisión - Fuente de Emisión para la Prevención de Polvo Fugitivo
   c) Desperdicios Sólidos - Actividad Generante de Desperdicios Sólidos

   y durante la obra, cumplirá con las medidas de mitigación recomendadas en los permisos obtenidos de dicha agencia.

3. Estas obras se realizarán en armonía con los requerimientos incluidos en los endosos y/o permisos expedidos por las siguientes agencias :

   a) Junta de Calidad Ambiental
   b) Municipio
   c) Recursos Naturales y Ambientales
   d) Instituto de Cultura
   e) Autoridad de Energía Eléctrica
   f) Compañía de Aguas
   g) Departamento de Transportación y Obras Públicas

4. El contratista será responsable de la obtención de la Poliza de Obreros del Fondo del Seguro del Estado.

5. Se indica a la parte proponente que deberá tomar las precauciones necesarias para no ocasionar daños a estructuras existentes en terrenos adyacentes al proyecto. Será responsabilidad del urbanizador obtener los permisos de los dueños que resulten afectados por las obras de construcción a realizarse en las colindancias, previo al comienzo de las mismas.

6. El movimiento de tierras a realizarse en este proyecto se hará dentro de los límites de propiedad y bajo ningún concepto deberá obstruirse en forma el libre paso de las aguas pluviales provenientes de terrenos adyacentes.

7. Toda la capa vegetal será removida donde sea necesario, antes de comenzar el movimiento de tierras, removiéndose además, toda materia orgánica que se considere perjudicial para obtener el grado de compactación requerido. El material a usarse como relleno se deberá depositar en camadas de seis pulgadas y compactado propiamente mediante el uso de rolos, o según recomendaciones del especialista en suelos.

8. El subsuelo estará compactado al noventa por ciento (90%) de la densidad máxima determinada, según el método Proctor (Modified) de prueba de la "AASHO" para la relación de densidad-humedad de los suelos o según recomendaciones del estudio de suelos.

9. Los taludes de las terrazas deberán estabilizarse mediante la siembra de grama u otra medida aceptable y las mismas tendrán una pendiente a razón de [illegible]

Cuando los terraplenes en relleno requieran la colocación de plantaformas de asentamiento, la parte proponente someterá una certificación del especialista en suelos indicativa de que la capacidad de los suelos para soportar las cargas del tipo de estructura a construirse es adecuada, conjuntamente con la solicitud de permiso de construcción correspondiente.

La parte proponente vendrá obligada a limpiar con la frecuencia que se estime necesaria todas aquellas tuberías, cauces o desagues que se obstruyan aguas abajo de este proyecto, como consecuencia del depósito de cieno y barro que sea arrastrado durante el movimiento de tierra que se ejecute en este proyecto. A tales fines será responsabilidad de la parte proponente poner en ejecución el plan para el control de erosión y sedimentación de los terrenos (Plan Cest) según aprobado por la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico.

APPENDIX B
Physiographic Data

Monte Claro Development
Cabo Rojo, PR

Menar Hydrosystems Engineering, P.S.C.
Date: September 2002

Kirpich Equation: $Tc = 0.00013 (L^{0.77}) / (S^{0.385})$

EXISTING CONDITION
Time of Concentration for Basin Left

Existing Condition

Basin		Length (m)	Length (ft)	dH (m)	dH (ft)	Slope (ft/ft)	Tc (hrs)	Lag (hrs)
Left	Kirpich	340.00	1115.48	110.00	360.89	0.3235	**0.09**	**0.05**
		180.00	590.55	8.70	28.54	0.0483	**0.11**	**0.07**
			1,706				0.20	0.12

Upland Method: $Tc = L/V$

EXISTING CONDITION
Time of Concentration for Basin Right

Existing Condition

Basin		Length (m)	Length (ft)	dH (m)	dH (ft)	Slope (ft/ft)	Vel (ft/s)	Tc (hrs)	Lag (hrs)
Right	Upland	700.00	2296.58	210.00	688.97	0.3000	3.80	**0.17**	**0.10**
		300.00	984.25	20.00	65.62	0.0667	0.80	**0.34**	**0.21**
			3,281					0.51	0.31

Types of Soils and Curve Numbers

Document: Soil Survey of Mayagüez Area of Western Puerto Rico
Monte Claro Development

Existing Condition, AMC II

Basin	HSG	Use	CN	Area, acre	CN * Area	CN, total
Left	C	Wood (Good)	72	10.00	720.00	
	D	Wood (Good)	79	9.00	711.00	
				19.00	1,431.00	**75**

Existing Condition, AMC II

Basin	HSG	Use	CN	Area, acre	CN * Area	CN, total
Right	D	Grass (Good)	79	43.00	3,397.00	
	D	Residential 1/8 acre	92	2.00	184.00	
				45.00	3,581.00	**80**

APPENDIX C
HEC-1 Input & Output Data
Filename: Exis.dat

```
1*****************************************                                                  ****************************************
 *                                       *                                                  *                                      *
 *   FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE  (HEC-1)   *                                                  *    U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS      *
 *              JUN   1998               *                                                  *    HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER     *
 *           VERSION 4.1                 *                                                  *          609 SECOND STREET           *
 *                                       *                                                  *       DAVIS, CALIFORNIA 95616        *
 *  RUN DATE   04JUN02  TIME  11:04:09   *                                                  *           (916) 756-1104             *
 *                                       *                                                  *                                      *
 *****************************************                                                  ****************************************


                                                X     X  XXXXXXX   XXXXX          X
                                                X     X  X        X     X        XX
                                                X     X  X        X               X
                                                XXXXXXX  XXXX     X       XXXXX   X
                                                X     X  X        X               X
                                                X     X  X        X     X         X
                                                X     X  XXXXXXX   XXXXX         XXX


          THIS PROGRAM REPLACES ALL PREVIOUS VERSIONS OF HEC-1 KNOWN AS HEC1 (JAN 73), HEC1GS, HEC1DB, AND HEC1KW.

          THE DEFINITIONS OF VARIABLES -RTIMP- AND -RTIOR- HAVE CHANGED FROM THOSE USED WITH THE 1973-STYLE INPUT STRUCTURE.
          THE DEFINITION OF -AMSKK- ON RM-CARD WAS CHANGED WITH REVISIONS DATED 28 SEP 81. THIS IS THE FORTRAN77 VERSION
          NEW OPTIONS: DAMBREAK OUTFLOW SUBMERGENCE , SINGLE EVENT DAMAGE CALCULATION, DSS:WRITE STAGE FREQUENCY,
          DSS:READ TIME SERIES AT DESIRED CALCULATION INTERVAL   LOSS RATE:GREEN AND AMPT INFILTRATION
          KINEMATIC WAVE: NEW FINITE DIFFERENCE ALGORITHM

1                                                  HEC-1 INPUT                                                  PAGE  1

          LINE          ID.......1.......2.......3.......4.......5.......6.......7.......8.......9......10

            1           ID        HYDROLOGIC ANALYSIS FOR MONTE CLARO DEVELOPMENT, CABO ROJO
            2           ID        RAINFALL DURATION: 24.0 HOURS:  SYNTHETIC DISTRIBUTION
            3           ID        RETURN PERIOD: 100 YEARS
            4           ID        DATE: JUNE-2002:  PREPARED BY: MENAR HYDROSYSTEMS ENGINEERING
            5           ID        EXISTING CONDITION
            6           IT       5                    300
            7           IO       4
                        *
                        *       BASIN LEFT
                        *

            8           KK    LEFT
            9           BA    0.03
           10           LS       0      75
           11           UD    0.12
           12           PH                    0.63    1.90    4.90    6.20    7.10    9.00   10.70   13.00
                        *
                        *       BASIN RIGHT
                        *

           13           KK   RIGHT
           14           BA    0.07
           15           LS       0      80
           16           UD    0.31
                        *
                        *       COMBINATION
                        *

           17           KK    COMB
           18           HC       2
           19           ZZ
1*****************************************                                                  ****************************************
 *                                       *                                                  *                                      *
 *   FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE  (HEC-1)   *                                                  *    U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS      *
 *              JUN   1998               *                                                  *    HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER     *
 *           VERSION 4.1                 *                                                  *          609 SECOND STREET           *
 *                                       *                                                  *       DAVIS, CALIFORNIA 95616        *
 *  RUN DATE   04JUN02  TIME  11:04:09   *                                                  *           (916) 756-1104             *
 *                                       *                                                  *                                      *
 *****************************************                                                  ****************************************


                                HYDROLOGIC ANALYSIS FOR MONTE CLARO DEVELOPMENT, CABO ROJO
                                RAINFALL DURATION: 24.0 HOURS:  SYNTHETIC DISTRIBUTION
                                RETURN PERIOD: 100 YEARS
                                DATE: JUNE-2002:  PREPARED BY: MENAR HYDROSYSTEMS ENGINEERING
                                EXISTING CONDITION

   7 IO          OUTPUT CONTROL VARIABLES
```

```
                    IPRNT          4  PRINT CONTROL
                    IPLOT          0  PLOT CONTROL
                    QSCAL         0.  HYDROGRAPH PLOT SCALE

   IT          HYDROGRAPH TIME DATA
                     NMIN          5  MINUTES IN COMPUTATION INTERVAL
                    IDATE      1   0  STARTING DATE
                    ITIME       0000  STARTING TIME
                       NQ        300  NUMBER OF HYDROGRAPH ORDINATES
                   NDDATE      2   0  ENDING DATE
                   NDTIME       0055  ENDING TIME
                   ICENT          19  CENTURY MARK

                COMPUTATION INTERVAL     .08 HOURS
                     TOTAL TIME BASE   24.92 HOURS

        ENGLISH UNITS
            DRAINAGE AREA          SQUARE MILES
            PRECIPITATION DEPTH    INCHES
            LENGTH, ELEVATION      FEET
            FLOW                   CUBIC FEET PER SECOND
            STORAGE VOLUME         ACRE-FEET
            SURFACE AREA           ACRES
            TEMPERATURE            DEGREES FAHRENHEIT


*** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***


          **************
          *            *
  8 KK    *      LEFT  *
          *            *
          **************

             SUBBASIN RUNOFF DATA

  9 BA         SUBBASIN CHARACTERISTICS
                    TAREA         .03  SUBBASIN AREA

               PRECIPITATION DATA

 12 PH                              DEPTHS FOR   0-PERCENT HYPOTHETICAL STORM
               ..... HYDRO-35 ......   ............... TP-40 ...............   ........... TP-49 ...........
               5-MIN  15-MIN  60-MIN    2-HR    3-HR    6-HR   12-HR   24-HR   2-DAY   4-DAY   7-DAY  10-DAY
                 .63    1.90    4.90    6.20    7.10    9.00   10.70   13.00     .00     .00     .00     .00

                                                  STORM AREA =      .03

 10 LS         SCS LOSS RATE
                    STRTL         .67  INITIAL ABSTRACTION
                   CRVNBR       75.00  CURVE NUMBER
                    RTIMP         .00  PERCENT IMPERVIOUS AREA

 11 UD         SCS DIMENSIONLESS UNITGRAPH
                     TLAG         .12  LAG

                                                        ***

                                                   UNIT HYDROGRAPH
                                               9 END-OF-PERIOD ORDINATES
              45.       90.       56.       23.       10.        4.        2.        1.        0.


*** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***


          **************
          *            *
 13 KK    *     RIGHT  *
          *            *
          **************

             SUBBASIN RUNOFF DATA

 14 BA         SUBBASIN CHARACTERISTICS
                    TAREA         .07  SUBBASIN AREA

               PRECIPITATION DATA

 12 PH                              DEPTHS FOR   0-PERCENT HYPOTHETICAL STORM
               ..... HYDRO-35 ......   ............... TP-40 ...............   ........... TP-49 ...........
               5-MIN  15-MIN  60-MIN    2-HR    3-HR    6-HR   12-HR   24-HR   2-DAY   4-DAY   7-DAY  10-DAY
                 .63    1.90    4.90    6.20    7.10    9.00   10.70   13.00     .00     .00     .00     .00

                                                  STORM AREA =      .07

 15 LS         SCS LOSS RATE
```

```
                    STRTL        .50  INITIAL ABSTRACTION
                   CRVNBR      80.00  CURVE NUMBER
                    RTIMP        .00  PERCENT IMPERVIOUS AREA

  16 UD          SCS DIMENSIONLESS UNITGRAPH
                     TLAG        .31  LAG

                                                        ***

                                                  UNIT HYDROGRAPH
                                             21 END-OF-PERIOD ORDINATES
              13.       41.       80.       96.       90.       73.       48.       32.       22.       15.
              10.        7.        5.        3.        2.        1.        1.        1.        0.        0.
               0.


*** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***


           **************
           *            *
  17 KK    *      COMB  *
           *            *
           **************

  18 HC          HYDROGRAPH COMBINATION
                    ICOMP          2  NUMBER OF HYDROGRAPHS TO COMBINE

                                                        ***
1
                                                  RUNOFF SUMMARY
                                          FLOW IN CUBIC FEET PER SECOND
                                        TIME IN HOURS,  AREA IN SQUARE MILES

                                  PEAK   TIME OF    AVERAGE FLOW FOR MAXIMUM PERIOD      BASIN     MAXIMUM     TIME OF
        OPERATION       STATION   FLOW    PEAK                                           AREA      STAGE     MAX STAGE
+                                                    6-HOUR     24-HOUR     72-HOUR

        HYDROGRAPH AT
+                         LEFT    122.   12.17         24.          8.          8.        .03

        HYDROGRAPH AT
+                        RIGHT    248.   12.33         60.         20.         19.        .07

        2 COMBINED AT
+                         COMB    349.   12.25         84.         27.         26.        .10
1                                                 HEC-1 INPUT                                          PAGE  1

         LINE          ID.......1.......2.......3.......4.......5.......6.......7.......8.......9......10

                       *


*** NORMAL END OF HEC-1 ***
```

APPENDIX D
StormCAD Input & Output Data
Filename: External.stm

DOT Report

Pipe	-Node- Upstream Downstream	Inlet Area (ha)	Inlet CA (ha)	Total CA (ha)	-Ground- Upstream Downstream (m)	-HGL- Upstream Downstream (m)	-Slope- Energy Constructed (m/m)	-Section- Discharge Capacity (m^3/s)	-Section- Shape Size	Length (m)	Average Velocity (m/s)	Description
P-1	I-1	0.00	0.00	0.00	32.98	31.91	0.009241	3.4500	Circular	25.00	3.21	
	I-2				32.50	31.76	0.010000	5.2875	1200 mm			
P-2	I-2	0.00	0.00	0.00	32.50	31.19	0.007024	3.4500	Circular	65.00	3.14	
	MH-1				31.00	30.86	0.015385	6.5583	1200 mm			
P-3	MH-1	N/A	N/A	0.00	31.00	30.50	0.004257	3.4500	Circular	40.00	2.96	
	I-4				31.00	30.33	0.014500	6.3670	1200 mm			
P-4	I-4	0.00	0.00	0.00	31.00	30.11	0.004257	3.4500	Circular	47.00	2.96	
	I-5				31.00	29.91	0.005106	3.7784	1200 mm			
P-5	I-5	0.00	0.00	0.00	31.00	29.85	0.001064	3.4500	Circular	60.00	1.48	
	I-6				31.00	29.79	0.005000	7.4776	1200 mm			
P-6	I-6	0.00	0.00	0.00	31.00	29.05	0.008594	9.9100	Circular	100.00	4.30	
	HW-1				30.00	28.14	0.006800	8.7204	1200 mm			

Mr. Mike Menar
© Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 USA (203) 755-1666